

Håndbog i miljøvurdering af produkter

- en enkel metode

Kirsten Pommer og Pernille Bech
Teknologisk Institut

Henrik Wenzel, Nina Caspersen og Stig Irving Olsen
Institutet for Produktudvikling

Forord til serien

Livscyklustankegang og livscyklusvurdering er centrale elementer i en produktorienteret miljøindsats. Der er behov for grundige og fagligt velfunderede metoder til livscyklusvurderinger. Ligesom der er behov for enkle, lettilgængelige metoder, der afspejler en livscyklustankegang.

Hvilken specifik metode, der skal vælges er bl.a. afhængig af formål, målgruppe, ønske om evt. offentliggørelse m.m. Men fælles for alle livscyklusvurderinger er, at de gerne skulle give et robust resultat. Et resultat, som er et godt grundlag for de beslutninger, der efterfølgende skal træffes.

Der er gennem de sidste 10 år givet tilskud til en række projekter om livscyklusvurderinger og livscyklustankegang. Ligesom der under "Program for renere produkter m.v. 1998-2002" vil blive givet tilskud til nye projekter.

Hovedresultaterne af projekter om livscyklusvurderinger vil i en periode fra 2000 og et par år frem blive udgivet som en "miniserie" under Miljøstyrelsens serie Miljønyt.

Efterhånden som projekterne bliver færdige vil de supplere resultaterne af UMIP-projektet fra 1996. Disse værktøjer, erfaringer samt råd, hjælp og vejledning vil tilsammen danne et godt grundlag for de fleste anvendelser af livscyklusvurderinger.

Livscyklusvurderinger er et så vidtfavnende område, at der næppe kan skrives én bog, der dækker alle situationer og anvendelser af livscyklusvurderinger. Miljøstyrelsen håber, at denne "miniserie" vil kunne give overblik over og formidle den støtte, der findes, til virksomheder, organisationer, myndigheder og andre, der gerne vil arbejde livscyklusorienteret.

Miljøstyrelsen, maj 2000

Indhold

Forord	5
Del A Introduktion	13
1 Indledning	15
1.1 Hvorfor gennemføre en miljøvurdering	15
1.2 Hvordan kan mindre virksomheder gennemføre miljøvurderinger	16
1.2.1 Nødvendige forudsætninger	16
1.2.2 Hvem skal forestå arbejdet	17
1.3 Hvad er principperne i LCA	18
1.3.1 Metoden	18
1.3.2 Formål og afgrænsning	20
1.3.3 Opgørelse	21
1.3.4 Vurdering	23
Global	??
Regional	??
Lokal	??
1.3.5 Fortolkning	27
1.4 Henvisninger	28
2 Den forenklede LCA	29
2.1 Principperne i forenklingen	29
2.1.1 Ideen med den trinvis LCA	30
2.2 Sammenligning af ISO, UMIP og MEKA-skemaet	35
3 Hvad kan miljøvurderingen bruges til ?	39
3.1 Markedsføring	39
3.2 Miljøledelse	41
3.3 Produktudvikling	41
3.4 LCA kan anvendes til dialog	42

Del B Kogebog	45
1 Definér opgaven	47
1.1 Beskriv formålet med miljøvurderingen	47
1.2 Vælg produktet	48
1.3 Definér produktets ydelse	49
1.3.1 Hvad kan sammenlignes?	49
1.3.2 Hvad er produktets pligt- og positionerende egenskaber?	51
1.3.3 Definér den funktionelle enhed	53
1.3.4 Identificér produktets sekundære ydelser	57
1.3.5 Planlæg de sekundære ydelser ved konstruktion af produktet	57
2 Beskriv produktets livsforløb	59
2.1 Afgræns opgaven	59
2.1.1 Hvor i livsforløbet ligger de væsentlige miljøpåvirkninger?	59
2.1.2 Brug et skema til planlægningen	59
2.1.3 Oplysninger om bortskaffelse og transport	61
2.1.4 Hvad skal medtages ?	62
2.2 Saml data for livsforløbet	63
2.2.1 Er et flowdiagram for livsforløbet mere velegnet?	67
2.2.2 Godskrivning	69
3 Lav en indledende miljøvurdering	71
3.1 Opstilling af et MEKA-skema	71
3.1.1 Materialer	72
3.1.2 Energi	78
3.1.3 Kemikalier	86
3.1.4 Andet	90
3.2 Fortolkning af MEKA-skemaet	91

3.2.1	MEKA-skemaet	91
3.2.2	Fortolkning af materialer	93
3.2.3	Fortolkning af energiopgørelsen	94
3.2.4	Fortolkning af kemikalieopgørelsen	96
3.2.5	Andet	101
3.3	Fik du svar på det, du spurgte om ?	102
3.3.1	Uafklarede spørgsmål	103
3.3.2	Hvordan går du videre ?	104
3.4	Find yderligere data	109
4	Lav en miljøvurdering i et PC-værktøj ..	111
4.1	Fordele ved PC-værktøjet	111
4.2	Før du går i gang	112
4.2.1	Valg af PC-værktøj	112
4.2.2	Data	113
4.2.3	Øvrige forhold	116
4.2.4	Modellering i PC-værktøjet	119
4.3	Fortolk miljøvurderingen i PC-værktøjet	124
4.3.1	Årsagen til produktets miljøeffekt	125
4.3.2	Opdeling på faser med UMIP PC værktøj	127
4.3.3	Sammenligning mellem 2 produkter	132
4.4	Fik du svar på det du spurgte om?	136
4.5	Indsaml flere data	137
4.5.1	Leverandører	138
4.5.2	Brancheorganisationer	138
4.5.3	Databaser og opslagsbøger	138
4.5.4	Videnscentre	139
5	Lav en udvidet kemikalievurdering	141
5.1	Udvid kemikalievurderingen	141
5.1.1	Screening for miljø- og sundhedsmæssige skader	143
5.1.2	UMIP screeningsmetoden	144

5.1.3	Detaljeret vurdering af de kemiske stoffer med høj score	155
5.2	Fortolk kemikalievurderingen	155
5.3	Fik du svar på det, du spurgte om	157
5.4	Find yderligere data	158
6	Lav miljøvurderingen færdig	159
6.1	Anvisninger for rapportering	159
6.2	Forslag til indholdsfortegnelsen	160
6.2.1	Rapportering af MEKA-skema	161
6.2.2	Rapportering af PC-modellering	162
6.2.3	Rapportering af kemikalievurderingen	163
6.3	Praktisk anvendelse af resultaterne	165
6.4	Det videre arbejde	166
	Andre relevante henvisninger:	167
	Bilag A Formelsamling	173
	Bilag B Opslagstabeller	175
	Bilag C Oversigt over publikationer i “miniserien” om livscyklustankegang og -vurderinger	186

Forord

Denne håndbog i miljøvurdering af produkter er en vejledning i gennemførelse af forenklede livscyklusvurderinger.

Håndbogen er udarbejdet for små og mellemstore virksomheder med det mål, at personer med kendskab til miljøforhold i al almindelighed skal kunne gennemføre en stor del af arbejdet selv.

Håndbogen består af 3 dele, en introduktion, en kagebog og nogle bilag. I introduktionen, del A, findes 3 afsnit, som bør læses, før det egentlige arbejde sættes i gang. Del B, kagebogen, rummer de konkrete anvisninger på gennemførelse af en miljøvurdering og kan anvendes som hjælp og støtte, hver gang en miljøvurdering gennemføres. Den sidste del, bilagene, bruges til opslag.

Selve metoden til forenkling af miljøvurderingen, herunder MEKA-princippet, er udviklet af Henrik Wenzel og Nina Caspersen, Institut for Produktudvikling samt Anders Schmidt, dk-TEKNIK i samspil med projektet "Stimulering af mindre virksomheders arbejde med renere produkter" afrapporteret i (Wenzel et al., 1999).

Håndbogen er udarbejdet i et samarbejde mellem Teknologisk Institut og Institut for Produktudvikling i perioden 1999-2000 og udarbejdet af Kirsten Pommer og Pernille Bech, Teknologisk Institut samt Nina Caspersen, Stig Irving Olsen og Henrik Wenzel, Institut for Produktudvikling.

Ved udarbejdelse af håndbogen har følgende virksomheder medvirket:

A/S Kaj Neckelmann	Damixa A/S
Egen Vinding og Datter Aps	MetroTherm A/S
NJA Møbler A/S	Nordisk Wavin A/S
Olf Stadsing Danmark A/S	THERMOFORM A/S
UREFLEX A/S	VIKAN A/S

Til håndbogen er knyttet en arbejdsrapport, der redegør for de forenklinger, som håndbogen bygger på i forhold til UMIP-metoden.

Del A Introduktion

1. Indledning

Denne håndbog har til formål at give anvisninger på, hvordan du kan gennemføre en miljøvurdering af et eller flere produkter efter livscyklusprincippet.

Håndbogen er baseret på UMIP-metoden, og en række forenklinger af denne metode for at lette arbejdet og alligevel opnå holdbare resultater. UMIP står for Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter, og metoden blev udviklet af Dansk Industri, 5 danske virksomheder og Institutet for Produktudvikling. Arbejdet blev gennemført i perioden 1991-96 og finansieret af Miljøstyrelsen.

I projektet "Stimulering af mindre virksomheders arbejde med rene produkter" [Wenzel et al., 1999] er der udviklet en meget enkel screeningsmetode til miljøvurderinger. Erfaringer fra dette projekt er inddraget i håndbogen.

Der er lagt vægt på at give enkle og konkrete anvisninger på hvordan en miljøvurdering bør gennemføres, så medarbejdere fra de fleste mindre og mellemstore virksomheder vil kunne anvende den.

1.1. Hvorfor gennemføre en miljøvurdering

Udviklingen på miljøområdet har de seneste år skiftet fra at sætte processer og produktionsformer i centrum, til at se de fleste problemstillinger ud fra en produktmæssig synsvinkel.

En produktmæssig synsvinkel betyder, at man udover at se på miljøforholdene ved selve fremstillingen af produktet på virksomheden, også ser på, hvad der er sket med de råmaterialer, virksomheden anvender, inden de kom til virksomheden. Man ser også på, hvad der sker med produktet, når det har forladt fabrikken, når det bliver brugt, og når det bliver kasseret.

Denne helhedsbetragtning eller livscyklustankegang er det bærende

element i dansk miljøpolitik. Det er udmøntet i Miljøstyrelsens strategi og handlingsplaner for de kommende år og betegnes almindeligvis "Den produktorienterede miljøindsats".

Miljø er for mange virksomheder ved at blive en konkurrenceparameter. Mange af de parter, som virksomheden er i kontakt med, er interesseret i miljøforholdene eller miljøstandarden for virksomhedens produktion og produkter. Miljøstandarden hos en virksomhed kan man vise gennem en miljøvurdering efter livscyklusprincippet.

Livscyklusprincippet er det bærende element i mange sammenhænge. Det ligger til grund for kriterierne for miljømærke, for miljøvaredeklarationer og andre miljøvurderinger af produkter, som skal give information fra producent til bruger.

Miljøvurderinger efter livscyklusprincippet er også ved at komme ind i produktionsvirksomhederne. Store virksomheder har i en årrække anvendt sådanne overvejelser i produktudviklingen og tilpasset materialevalg og materialeforbrug ud fra miljømæssige betragtninger af hele produktets livsforløb. Resultaterne af miljøvurderinger er ligeledes blevet brugt i forbindelse med markedsføring.

1.2. Hvordan kan mindre virksomheder gennemføre miljøvurderinger

1.2.1. Nødvendige forudsætninger

For at gå i gang med en miljøvurdering kræves en vis indsigt i og interesse for miljøområdet samt en del tid.

Det anbefales at en miljøvurdering gennemføres i trin:

- Første trin kan gennemføres af virksomheden selv, hvis den har en medarbejder, der har erfaring med det daglige miljøarbejde. Dette trin omfatter den indledende miljøvurdering.

- Andet trin kræver en betydelig viden om, hvordan man måler miljømæssige effekter, og hvad de betyder. Her vil hjælp udefra i de fleste tilfælde være nødvendig. Dette trin omfatter de videregående trin i miljøvurderingen samt den udvidede kemikalievurdering.

Har en mindre virksomhed en eller flere personer, der har erfaring med miljøarbejde, f.eks. udarbejdelse af miljøgodkendelse, miljøgen-nemgang af virksomheden som start på miljøledelse eller som på anden måde har kendskab til miljøområdet, kan man nå langt på egen hånd.

Håndbogen giver anvisninger på, hvor det vil være relevant at ind-drage konsulenter eller eksperter, og hvor virksomheden med fordel selv kan stå for arbejdet.

1.2.2 Hvem skal forestå arbejdet

Det er vigtigt, at virksomhedens ledelse har taget en beslutning om, at der er behov for at gennemføre miljøvurderingen og er med til at definere opgaven. Ledelsen bør beslutte:

- Hvad miljøvurderingen skal bruges til og hvem der skal bruge den.
- Hvilket produkt eller hvilke produkter det skal dreje sig om.
- Hvilke ressourcer virksomheden vil bruge i form af arbejdstid for egne medarbejdere og bistand fra andre.

Når dette er på plads, er det vigtigt at udpege en ansvarlig for opgaven på virksomheden. Det skal aftales hvilke personer der skal indgå i arbejdet. Det bør være personer på virksomheden med viden om miljøforhold, produktionsforhold og indkøb.

For at opnå en vellykket indsats er det vigtigt, at den ansvarlige for opgaven besidder en vis kompetence indenfor miljøområdet. Den

ansvarlige bør have forudsætninger for at gennemføre en miljømæssig kortlægning på egen virksomhed. Dette betyder, at den ansvarlige skal have viden om, hvordan man måler og beskriver indgående strømme af materialer og energi samt udgående strømme i form af udledninger til luft og vand.

Da der i nogle tilfælde skal samles et ret omfattende datamateriale, er det vigtigt, at den ansvarlige besidder evner til at arbejde systematisk og til at prioritere indsatsen samt kan skabe overblik over alle detaljerne.

Tidsforbruget til gennemførelse af en miljøvurdering afhænger naturligvis af det eller de valgte produkter, hvor vanskeligt det er at skaffe data samt kendskabet til miljøvurderinger på forhånd. For gennemførelse af første trin af en miljøvurdering, hvor 2 relativt simple produkter sammenlignes vil tidsforbruget være i størrelsesordenen 100 timer første gang.

1.3 Hvad er principperne i LCA

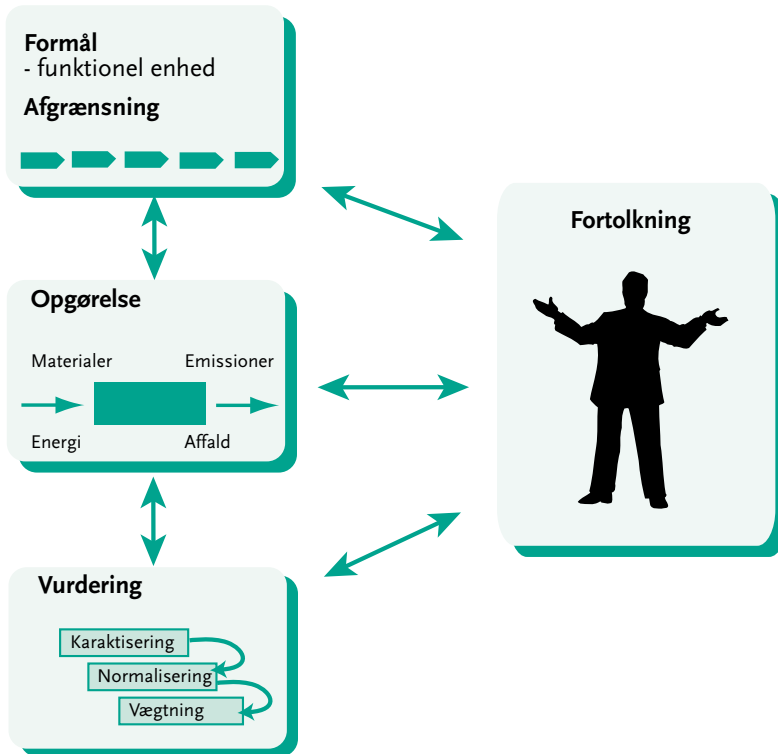
Forkortelsen LCA stammer fra engelsk, hvor LCA står for Life Cycle Assessment. LCA bruges som regel på dansk som en kort form af ordet livscyklusvurdering.

En LCA af et produkt beskriver de væsentligste miljøforhold i hele produktets livsforløb, - fra råstofferne udvindes, over produktion til brug og bortskaffelse.

1.3.1 Metoden

Hovedprincipperne for gennemførelse af LCA er beskrevet i de internationale standarder ISO 14040 til 14043.

Principperne bygger på 4 hovedelementer som vist i figur 1.1.



Figur 1.1
Hovedelementerne i LCA.

I figur 1.1 illustreres, hvordan man almindeligvis går frem og tilbage mellem de enkelte elementer. F.eks. er det naturligt at revurdere formål og afgrænsning, efter at have gennemført opgørelsen.

De principper, som håndbogen bygger på, tager udgangspunkt i de fire hovedelementer. Først arbejder du disse igennem på et indledende niveau, og drager de indledende konklusioner, der er grundlag for. Derefter kan du vælge at gøre datagrundlaget mere detaljeret og gennemføre LCA-en for udvalgte dele af livscyklus eller for hele livsløbet. Dette er nærmere beskrevet i kapitel 2.

De fire hovedelementer og de væsentligste arbejdsopgaver inden for hver er beskrevet nedenfor.

1.3.2 Formål og afgrænsning

Start med at afklare hvad du vil vise med miljøvurderingen. Afklar hvilke produkter vurderingen skal omfatte, og hvad resultaterne skal bruges til.

Det er utroligt vigtigt, at formålet med miljøvurderingen defineres. Du skal også gøre dig klart, hvad du ønsker at tage med i din vurdering, og hvad du vil udelade.

Først skal produktet og dets ydelse defineres. Ydelsen for en kaffemaskine er f.eks. brygning af 1 liter kaffe 2 gange om dagen i 5 år.

Er der tale om en sammenligning af to eller flere produkter, skal alle defineres. Dette er væsentligt, da kun produkter med samme ydelse kan sammenlignes. Fremgangsmåden er beskrevet i kogebogen (del B), afsnit 1.3.

Afgrænsningen sker ved, at livsforløbet for produktet eller produkterne beskrives. Et produkts livsforløb deles almindeligvis op i de fem livscyklusfaser:

- Materialefase
- Produktionsfase
- Brugsfase
- Bortskaffelsesfase
- Transportfase

Materialefasen omfatter udvinding og forarbejdning af råstoffer. Det omfatter f.eks. udvinding af jernmalm og forarbejdning til stål eller udvinding af råolie og raffinering til olieprodukter. Her sker afgrænsningen gennem hvilke materialer, der medtages i vurderingen.

Produktionsfasen omfatter virksomhedens aktiviteter i form af fremstilling af selve produktet. Medtag de processer og aktiviteter, der er

væsentlige for fremstilling af produktet ud fra forbruget af råvarer, energi og hjælpestoffer.

Brugsfasen omfatter de aktiviteter, der foregår, fra produktet forlader virksomheden, og indtil produktet kasseres. Drejer det sig om et køleskab, er el-forbruget interessant. Drejer det sig om en kaffekop, er den daglige rengøring interessant. For nogle produkter er denne fase vigtig, mens der for andre produkter ikke er forhold, som er væsentlige for miljøet.

Bortskaffelsen af det kasserede produkt afhænger af det enkelte produkt. Affaldsbehandlingen for husholdningsaffald og en del industriaffald er i Danmark hovedsagelig forbrænding. For andre typer af kasserede produkter vil genanvendelse være relevant. Ofte er muligheder for genanvendelse lagt fast ud fra materialevalget (metaller kan oparbejdes, visse plasttyper kan ikke).

Transportfasen omfatter transporten af råmaterialer til producenten, transport fra producenten til forbrugeren, eventuel transport i brugsfasen samt fra forbrugeren til genvinding eller forbrænding.

Anvisninger på, hvorledes produktets livsforløb afgrænses, er givet i kokebogens (del B kapitel 2).

1.3.3 Opgørelse

Alle strømme, der går ind og ud i produktets livsforløb skal kortlægges. De indgående strømme omfatter forbrug af materialer og hjælpestoffer samt energi. De udgående strømme omfatter udledning til luft og vand samt affald. Hovedelementerne i opgørelsen er vist i figur 1.2.

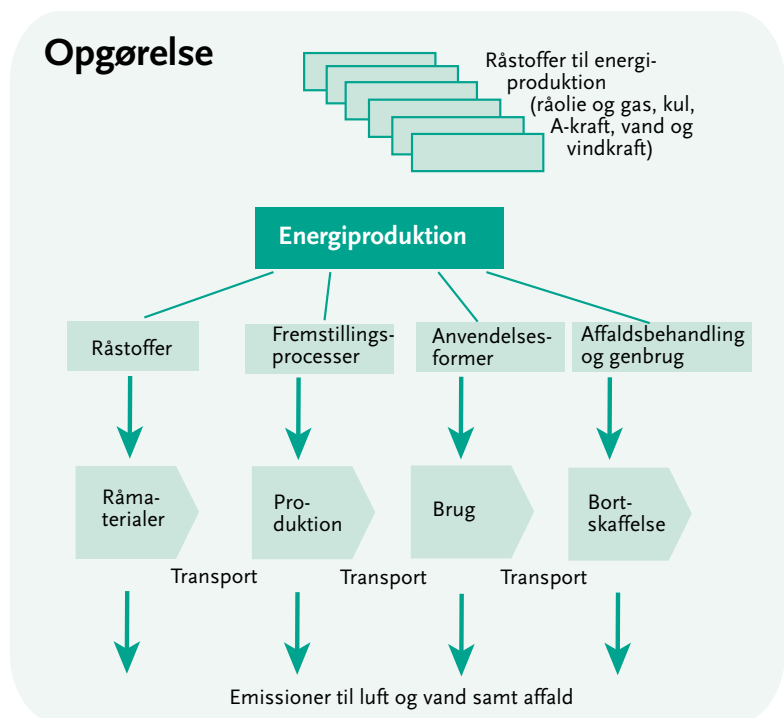
I produktets livsforløb anvendes energi i form af el, varme og brændsler. Fremstilling af el og varme samt udvinding af råstoffer hertil hører med til opgørelsen. Dette er vist øverst i figur 1.2.

Med til opgørelsen hører også en vurdering af de anvendte data, hvor der tages stilling til usikkerheden ved de anvendte data og eventuelle manglende data.

Under hensyntagen til usikkerheder og manglende data skal opgørelsen fortolkes. Der skal hele tiden tages hensyn til, om formål og afgørelser stemmer med arbejdet.

Til UMIP-metoden findes et PC-værktøj, som er et beregningsprogram med en tilhørende database. Håndbogen giver konkrete anvisninger på anvendelse af en forenklet form af UMIP, hvor der udelukkende anvendes lommeregner og papir. Der gives ligeledes anvisninger for hvornår det kan være relevant at anvende PC-værktøjet og dermed gennemføre en mere detaljeret LCA.

Figur 1.2
Hovedelementerne i LCA-opgørelse.

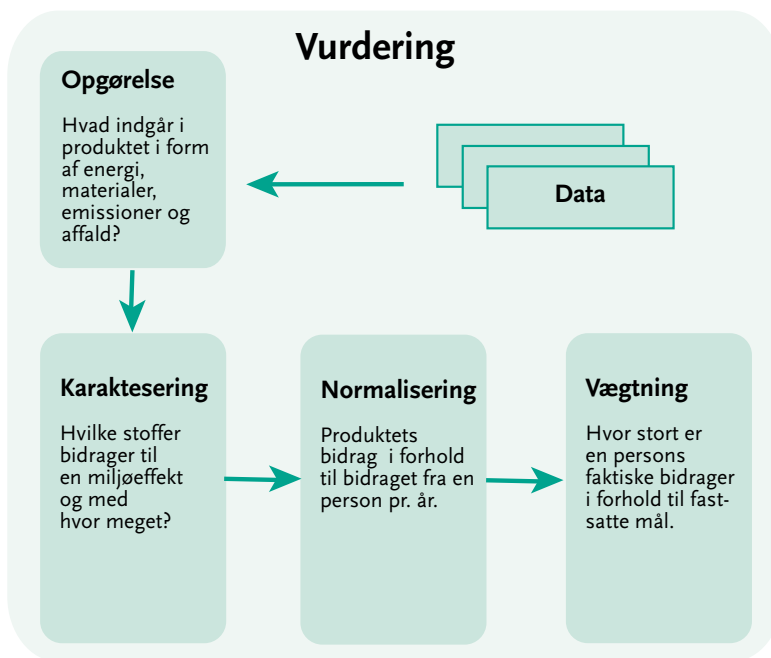


1.3.4 Vurdering

Vurderingen omfatter 3 niveauer. De er baseret på opgørelsen og følger naturligt efter hinanden. De 3 niveauer betegnes:

- Karakterisering
- Normalisering
- Vægtning

Sammenhængen mellem de 3 niveauer i vurderingen er illustreret i figur 1.3.



*Figur 1.3
De 3 niveauer i
en vurdering.*

1.3.4.1 Karakterisering

Den samlede opgørelse er en lang række af materiale- og energiforbrug, emissioner og affald fra hele livsforløbet.

Karakteriseringen består i at omsætte opgørelsen til påvirkninger af miljøet. Der er defineret et sæt af miljøeffekter, der hver viser påvirkningen af visse forhold i omgivelserne. Nogle effekter viser noget om påvirkningen i det nære miljø, andre effekter viser påvirkningen i et større perspektiv og andre viser f.eks. påvirkningen af mennesker.

Emissionerne og affald klassificeres efter de miljøeffekter, de bidrager til. F.eks. bidrager kuldioxid til drivhuseffekten og svovldioxid bidrager til forsurening. Nogle stoffer bidrager til flere effekter på en gang. Miljøeffekterne opgøres i forskellige enheder. Drivhuseffekten er f.eks. opgjort i CO₂-ækvivalenter. Alle emissioner, der bidrager til drivhus-effekten omregnes derefter til CO₂-ækvivalenter. Dette kaldes karakterisering.

Den metode, der er anvendt her opdeler effekterne i tre kategorier, globale, regionale og lokale effekter. Effekterne er vist i tabel 1.1.

De indgående strømme, forbrug af materialer og energi, medtages i opgørelsen af ressourceforbruget. Her opgøres forbruget af råstoffer for hvert materiale og energiforbrug.

Hver af disse effekter "måler" forskellige aspekter af miljøpåvirkningen og kan ikke umiddelbart sammenlignes eller vurderes under et.

*Tabel 1.1
Miljøeffekter*

Kategori	Effekt	Stoffer, der bidrager til effekten
Global	<i>Drivhuseffekt</i>	Kuldioxid og andre drivhusgasser.
	<i>Ozonnedbrydning</i>	CFC og andre lignende stoffer, der nedbryder ozonlaget.
Regional	<i>Forsuring</i>	Sure forbindelser af hovedsagelig kvælstof og svovl, der giver anledning til sur regn.
	<i>Næringssaltbelastning</i>	Udledning af kvælstof og fosfor, der bidrager til algevækst og iltsvind.
	<i>Fotokemisk ozondannelse</i>	En blanding af organiske opløsningsmidler og kvælstofforbindelser, der gennem forskellige reaktioner i luften giver anledning til dannelse af ozon ved jordoverfladen.
Lokal	<i>Human toksicitet</i>	Udledning af giftige stoffer, der kan påvirke mennesker på kort sigt.
	<i>Økotoksicitet</i>	Udledning af giftige stoffer til det vandige miljø eller til jord, der kan påvirke dyr, planter og andre organismer på kort sigt.
	<i>Persistent toksicitet</i>	Udledning af giftige stoffer, der ikke eller meget langsomt nedbrydes. Disse stoffer påvirker mennesker, dyr og planter på langt sigt.
	<i>Affald</i>	
	Volumenaffald	Almindeligvis på losseplads.
	Slagge og aske	Almindeligvis på særligt deponi.
	Farligt affald	Kræver speciel behandling.
	Radioaktivt affald	Kræver speciel behandling.

1.3.4.2 Normalisering

Ved en normalisering sættes miljøeffekterne i forhold til den gennemsnitlige påvirkning fra en person.

Ved en normalisering af ressourceforbruget sættes forbruget i forhold til, hvad en gennemsnitsperson forbruger af den pågældende ressource i løbet af et år. Miljøeffekterne sættes i forhold til de gennemsnitlige bidrag for en person. Ved normaliseringen opgøres ressourceforbruget og miljøeffekterne i person-ækvivalenter.

Formålet med normaliseringen er at give et mål for miljøeffekternes og ressourceforbrugenes relative størrelser i forhold til de samlede miljøpåvirkninger. Normaliserede miljøeffekter og ressourceforbrug kan sammenlignes.

1.3.4.3 Vægtning

Betydningen af ressourceforbruget og miljøeffekterne set i et miljømæssigt perspektiv udtrykkes ved at omregne de normaliserede person-ækvivalenter til en vægtet person-ækvivalent.

Ved vægtningen sættes ressourceforbruget for hvert enkelt råstof i forhold til forsyningshorisonten og dermed den andel af ressourcen, der er til rådighed for en person og alle dens efterkommere på verdensplan. Det vægtede ressourceforbrug opgøres i person-reserver (ofte angivet i milli-person-reserver, mPR).

Ved vægtningen af miljøeffekterne sættes den enkelte miljøeffekt op mod det politiske reduktionsmål (for Danmark eller hele verden). Den vægtede miljøeffekt opgøres i milli-person-ækvivalent-målsat (ofte angivet mPEM).

Ved vurdering af et produkt kan det konstateres hvilke miljøeffekter og ressourceforbrug, der er de væsentligste. Det er ligeledes muligt at udpege hvilke forhold, der giver anledning til det.

Ved en sammenligning af 2 produkter sammenlignes størrelsen af hver af de opgjorte ressourceforbrug og miljøeffekter. Det kan dels konstateres hvilke effekter, der er de væsentligste og dels hvilke forhold, der gør at det ene produkt er mere miljøbelastende end det andet.

Nærværende metode anbefaler at anvende vægtede resultater, da der i disse resultater er "indregnet" en vurdering af miljøbelastningens betydning.

Man skal være opmærksom på at opgørelsens normaliserede og vægtede resultater er baseret på principperne i UMIP-metoden. Sammenlignes resultaterne med miljøvurderinger gennemført efter andre metoder kan der være en forskel.

1.3.5 Fortolkning

Af figur 1.1 fremgår det at fortolkningselementet er relevant i forbindelse med alle de tre øvrige elementer (formål og afgrænsning, opgørelse og vurdering).

I en fortolkning er det væsentligt at

- sammenligne vurderingens resultater med de opstillede mål
- tage hensyn til afgrænsninger og forudsætninger der er foretaget i starten og under vejs
- tage hensyn til usikkerheder og manglende data i opgørelsen

Vurderingen, baseret på vægtede miljøeffekter og ressourceforbrug, skal fortolkes og sammenholdes med målet for miljøvurderingen.

Det vil ikke altid være muligt at drage de konklusioner, der ønskes. For eksempel kan manglende data, usikkerheder eller nødvendige afgrænsninger gøre at forskelle eller ligheder mellem to produkter ikke kan udpeges. Derfor er der i figur 1.1 vist, at man kan være nødt til at gå tilbage til det forrige element og foretage udbygninger eller justeringer.

1.4 Henvisninger

Principperne i den forenkede metode er beskrevet i kapitel 2, og i kapitel 3 er der givet eksempler på, hvad miljøvurderingen kan bruges til, og hvad den ikke kan bruges til.

En mere dybdegående beskrivelse af selve metoden, dens detaljerede forudsætninger og principper ligger uden for denne håndbogs rammer. I sådanne tilfælde henvises til UMIP-bøgerne [Wenzel et al., 1996].

2. Den forenklede LCA

Miljøvurderingen, som er beskrevet her i håndbogen, adskiller sig på to væsentlige punkter fra den almindelige LCA:

1. Dataindsamlingen er begrænset, fordi der primært ses på indgående strømme (materialer og hjælpestoffer)
2. Miljøvurderingen foregår i trin med gradvis stigende detaljeringsgrad.

Forenklingen ligger primært i den indledende miljøvurdering. Det er herefter muligt at arbejde sig frem mod en gradvis mere detaljeret LCA, dog vil man typisk kun udføre detaljeringen for en begrænset del. Dette er idéen med den trinvise fremgangsmåde, som er karakteristisk for den forenklede miljøvurdering.

Forenklingen kan være så kraftig, at resultatet ikke er en livscyklusvurdering, men blot en miljøvurdering baseret på livscykluslutankegangen.

2.1 Principperne i forenklingen

Der er generel enighed om, at man ikke kan skære i LCA'ens hovedelementer, det vil sige at springe over f.eks. formål og afgrænsning (se kapitel 1), eller begrænse sig til bestemte faser af livscyklus [Christiansen et al., 1998], når man vil forenkle LCA'en. Forenklingen består i at begrænse dataindsamlingen, som er den del, der typisk tager længst tid.

Det næste princip i forenklingen er at arbejde trinvist og at vurdere, om man med de trin, man har gennemført, kan svare på de spørgsmål, der blev stillet, med tilstrækkelig sikkerhed.

Eksempler på spørgsmål, der er med til at få overblik over livsforløbet er:

- Hvor i produktets livscyklus er den væsentligste miljøbelastning?

- Hvilke aktiviteter er årsag til den væsentligste miljøbelastning?

Efterfølgende, kan det være relevant, at stille mere konkrete spørgsmål, som f.eks.:

- Er det bedre at anvende plast end kobber, der kan genanvendes (til en bestemt komponent)?

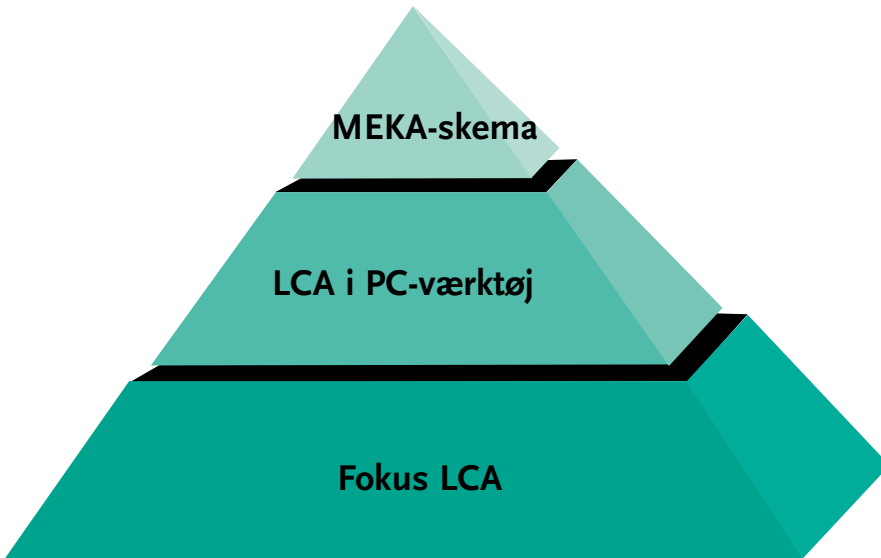
Den forenkledte miljøvurdering er et redskab til at finde svar på spørgsmålene, men usikkerheden kan være stor, og så skal man søge flere oplysninger og gentage proceduren.

Forskellen fra en traditionel LCA ligger i, at den yderligere dataindsamling kan nøjes med at dække en mindre del af livsforløbet eller produktet. Hvis det f.eks. viser sig, at det er varmetabet i brugsfasen, der er det væsentligste for en vandvarmer, så kan du nøjes med at indsamle yderligere data for det.

2.1.1 Ideen med den trinvise LCA

Den bærende idé er at gå trinvist frem. Den trinvise fremgangsmåde sikrer, at du ikke laver mere arbejde end nødvendigt. På den anden side kan arbejdet på de tidlige trin bruges i det videre forløb. For hvert trin skal man overveje, om de konklusioner, der kan drages, kan ændres ved at inddrage nye informationer. Hvis konklusionerne sandsynligvis vil ændres, bør man gå videre.

Forløbet kan vises skematisk ved en pyramide:



Figur 2.1
*Den trinvis
 opbygning af den
 forenklede LCA.*

MEKA-skemaet er et overblik over produktets livsforløb, som i tabelform giver nogle indikatorer for miljøpåvirkninger inden for Materialer, Energi, Kemikalier og Andet. Når MEKA-skemaet laves, opstilles samtidig forudsætningerne for systemet og beskrivelsen af de faser, som produktet gennemløber. Alle disse oplysninger kan anvendes i det videre arbejde med miljøvurderingen i PC-værktøjet. Der vil blot blive lagt nogle flere data ind i modellen. Fokus LCA behandles ikke særskilt, da det er en udvidelse af miljøvurderingen i PC-værktøjet med ekstra dataindsamling fokuseret på enkelte områder.

Pyramiden (figur 2.1) skal symbolisere, at arbejdets detaljeringsgrad stiger, og at arbejdsmængden stiger, når man bevæger sig ned mod pyramidens bund. Den skal også vise, at de næste trin altid udnytter data og viden fra de foregående trin. Det er muligt at stoppe efter det første trin, eller man kan vælge at gå videre.

Den fremgangsmåde, der bliver brugt i håndbogen, er vist i figur 2.2. Figuren viser trinene i miljøvurderingen, og hvor der eventuelt kan være behov for at samle yderligere data, oplysninger eller tale med andre.

Det er vigtigt at huske, at miljøvurderingen ikke kan laves uden en dialog med andre i virksomheden, et netværk uden for virksomheden eller med en ekstern ekspert. Dette skal gøres for at sikre pålideligheden af miljøvurderingen.

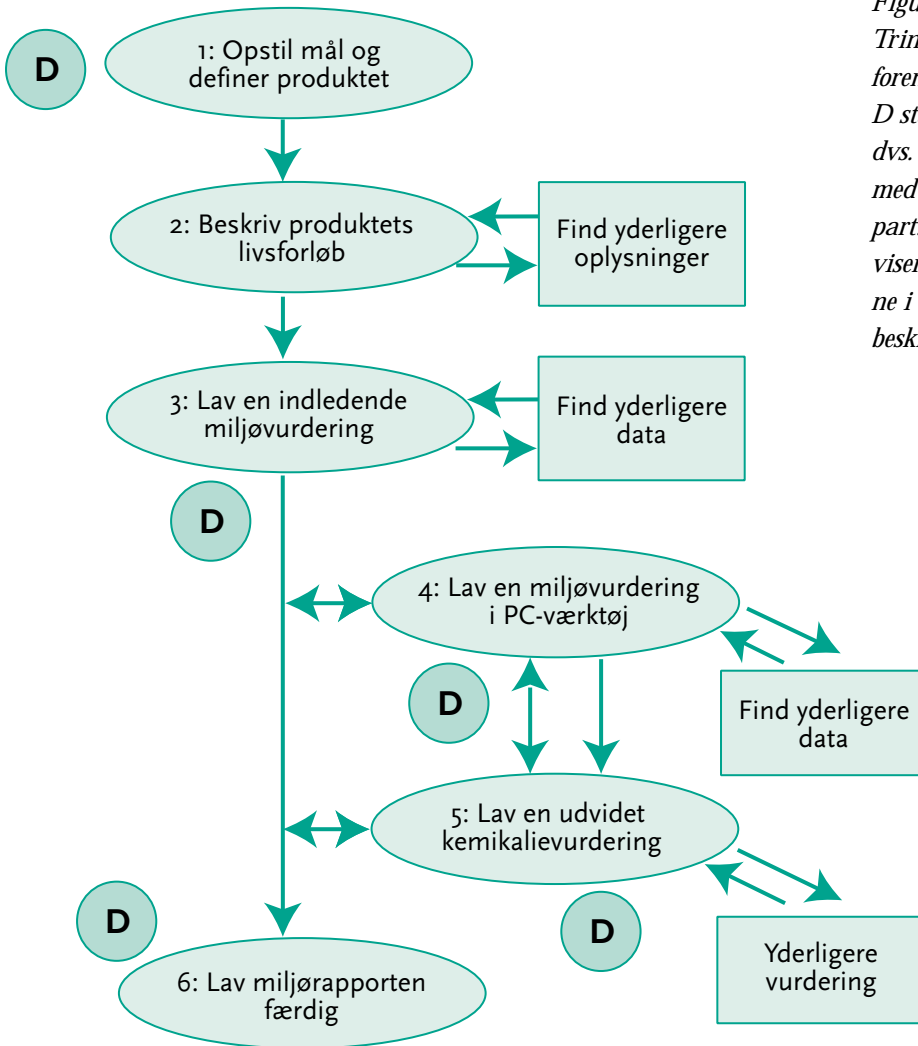
Alle trin bliver nøje beskrevet i håndbogens del B, kagebogen, men her gives en kort gennemgang for at give et overblik over fremgangsmåden.

Første trin (1) er at vælge produktet og at definere formålet med miljøvurderingen. Formålet er meget vigtigt, og det er især her vigtigt at diskutere med andre. Det er formålet, som resultaterne skal holdes op mod, og hvis formålet ikke er defineret klart, kan du ikke finde ud af, hvornår du har fået tilstrækkelige oplysninger. Dette er beskrevet i kapitel 1 i del B.

Produktets livsforløb (2), er en beskrivelse af, hvad der sker i de enkelte faser, det vil sige materialer, produktion, brug, bortskaffelse og transport. Hvis du allerede her kan se, at der er nogle store huller, bør du søge yderligere oplysninger. En nærmere beskrivelse af metoder til denne beskrivelse findes i kapitel 2.

Oplysningerne om produktets livsforløb danner basis for den indledende miljøvurdering (MEKA-skemaet, (3)). Miljøvurderingen har form af et skema med livscyklusfaserne som kolonner og kilder til miljøpåvirkninger som rækker, se tabel 2.1. Vejledningen til at gennemføre den forenklede miljøvurdering findes i kapitel 3.

MEKA-skemaet anvendes til at lave opgørelse og vurdering i ét. Fordelen ved MEKA-opdelingen er, at der faktisk ikke er overlap mellem de enkelte kilder til miljøpåvirkning, og at de er dækkende for de væsentlige miljøproblemer. Dette betyder, at skemaet gør det muligt at vurdere, om der er afvejningsproblemer mellem f.eks. energiforbrug og kemikalier.



Figur 2.2
Trinene i den forenkledede LCA. D står for dialog, dvs. diskussion med en relevant part. Tallene henviser til kapitlerne i del B, der beskriver emnet.

Faserne frem til og med MEKA-skemaet udgør den indledende miljøvurdering og er det første trin i den forenkledede LCA. Herefter er det vigtigt at stoppe op og overveje, om skemaet giver tilstrækkeligt grundlag til at drage de konklusioner, der ønskes, eller om man skal

gå et trin videre. Der er indsat en dialog-boks for at understrege, at du skal diskutere emnet med en anden part. Specielt spørgsmålet om at gå videre med den udvidede kemikalievurdering eller en anden art vurdering, som ligger uden for denne håndbog, bør du afklare med en "ekspert".

*Tabel 2.1
MEKA-skemaet,
som anvendes til
den indledende
miljøvurdering.*

	Materiale- fase	Produktions- fase	Brugs- fase	Bortskaffel- sesfase	Transport- fase
Materialer					
Energi					
Kemikalier					
Andet					

Det er også en mulighed at blive på MEKA-skema niveau og at finde yderligere data her.

Det skal fremhæves, at MEKA-skemaet har tilknyttet bilag med data (bilag B bagest i bogen), der gør det muligt at udfylde skemaet uden brug af andet end papir, blyant og lommeregner.

Når MEKA-skemaet er lavet, skal man vurdere, om der er tilstrækkeligt grundlag til at svare på de spørgsmål, der er stillet, eller om det er nødvendigt at gå videre.

Grunde til, at man ønsker at gå videre med en LCA i PC-værktøj (4) vil være:

- Ønske om vægtning mellem forskellige miljøeffekter
- Ønske om at have en model, der hurtigt kan justeres, så den kan tilpasses lignende produkter
- Anvendelse af database
- Inddragelse af større detaljeringsniveau med hensyn til ind- og udgående strømme end MEKA-skemaet giver mulighed for

En anden mulighed for at gå videre er den udvidede kemikalievurdering (5). Ligeegyldigt hvilken miljøvurdering, man vælger, skal resultaterne dokumenteres i en rapport (6).

Kernen i forenklingen er en vurdering af pålideligheden af LCA'ens resultater i forhold til formålet. Den forenklede LCA bygger på en erkendelse af, at nogle konklusioner kan drages på skema-niveauet, men andre først kan drages senere. Det betyder, at man må målrette arbejdet og kun konkludere for de forhold, hvor grundlaget er sikkert. Specielt skal man være opmærksom på, at resultater der ønskes anvendt udenfor virksomheden kræver stor pålidelighed.

2.2 Sammenligning af ISO, UMIP og MEKA-skemaet

I tabel 2.2 er lavet en sammenligning af overordnede principper for livscyklusvurdering efter ISO 14040-serien, UMIP og MEKA-skemaet. En sammenligning viser, at de overordnede principper for ISO og UMIP er ens, mens MEKA-skemaet afviger på afgrænsning, dataindsamling og vurdering.

Filosofien bag MEKA-skemaets principper er, at hvis en miljøvurdering kan gøres enkelt, så gør man det. I forhold til ISO og UMIP er der derfor indført en række forenklinger, som letter miljøvurderingen, men som betyder begrænsning i anvendelse af resultatet. De fleste virksomheder vil dog kunne have stor glæde af en forenklet miljøvurdering.

For dataindsamling er der defineret minimumskrav (materiale- og proceslisten) til MEKA-skemaet, men der er mulighed for at indføre yderligere data. Vurderingen af ressourceforbrug er parallel med UMIP, men herudover er vurderingen i MEKA-skemaet mere enkel.

Energi omregnes til primær energi og ressourceforbrug under antagelse af, at energiforbruget udelukkende stammer fra olie. Det er en

grov antagelse, der skal bruges til at sætte ressourceforbruget fra materialerne i relation til energiforbruget.

Det er svært at forenkle en miljøvurdering for kemikalier. Her baserer man sig også på inputs, det vil sige kemikalieforbrug. Hvert kemikalie bliver klassificeret, efter om det står på f.eks. listen over farlige stoffer, listen over uønskede stoffer eller effektlisten. For "kemikalietunge" produkter er det derfor ofte nødvendigt med en udvidet kemikalievurdering.

Forskellene gælder kun for den indledende miljøvurdering. For LCA i PC-værktøj vil forskellen være, at du primært bruger eksisterende data og eventuelt kun ser på en mindre del af produktets livsforløb. Den udvidede kemikalievurdering ligger uden for LCA'ens område, men oplysningerne kan eventuelt bruges til at beregne faktorer for toksicitet, som senere kan anvendes i PC-værktøjet.

*Tabel .2
Sammenligning
af ISO og
UMIP-metoden
samt MEKA-
skemaet.*

	ISO	UMIP	Indledende miljøvurdering MEKA-skema
Formål	Skal defineres.	Skal defineres.	Skal defineres.
Afgrænsning	Alle væsentlige processer i systemet medtages.	Alle væsentlige processer i systemet medtages.	Materialer: Væsentlige materialer medtages Produktionsprocesser: Fokus på kemikalier og energiforbrug Brug: Væsentlige processer medtages. Bortskaffelse: Væsentlige processer medtages.
Dataindsamling Indgående strømme	Alle medtages (hvis muligt). Begrund udeladelser.	Alle medtages (hvis muligt). Begrund udeladelser.	Tages fra liste over produktets sammensætning og tilhørende processer (dvs. kassation, produktionsspild ikke med).
Dataindsamling Udgående strømme	Alle medtages. Udeladelser skal begrundes med hensyn til mængde, energi eller miljø.	Alle medtages (hvis muligt). Begrund udeladelser.	Udgående strømme repræsenteres af indgående strømme. Medtages dog hvis der er lettilgængelige informationer
Vurdering	Emissioner mv. samles i grupper for miljøeffekter. Beregning af miljøeffekter ud fra internationale modeller for stoffernes bidrag. Der kan foretages normalisering og vægtning, som relaterer miljøeffekterne til baggrundsbelastningen.	Emissioner mv. samles i grupper for miljøeffekter. Beregning af miljøeffekter ud fra internationale modeller for stoffernes bidrag. Der foretages normalisering og vægtning, som relaterer miljøeffekterne til baggrundsbelastningen og de danske reduktionsmål. For ressourcer vurderes i forhold til produktion pr. person og forsyningshorisonten for de enkelte ressourcer.	Vurdering inden for grupperne: Materialer (ressourcer og affald) Energi Kemikalier Andet Anvendelse af miljøindikatorer: For ressourcer omregnes til personreserver i lighed med UMIP. For energi omregnes til primær energi, som igen omregnes til personreserver. For kemikalier defineres, om stoffet er problematisk ud fra optræden på diverse lister.
Fortolkning	Skal medtages.	Skal medtages.	Skal medtages.

3. Hvad kan miljøvurderingen bruges til?

Virksomhederne har en lang række forskellige formål med de miljøvurderinger, der gennemføres. Du skal imidlertid være klar over, at forskellige formål stiller forskellige krav til dokumentation.

LCA kan anvendes til:

- Intern brug i produktudvikling
- Intern prioritering af miljøindsats (især i forbindelse med miljøledelse)
- Forbedret dialog mellem myndigheder og/eller leverandører
- Træning internt på virksomheden i forbindelse med miljøledelse
- Miljødokumentation overfor kunder, myndigheder eller internt på virksomheden
- Markedsføring

Du bør være opmærksom på, at kravene til dokumentation stiger, når LCA'en anvendes udenfor virksomheden. Hvis en virksomhed ønsker at anvende LCA som internt prioriteringsredskab, enten til miljøledelse eller produktudvikling, er kravene til LCA'en relativt lave. Her er det virksomheden selv, der sætter grænserne. Hvis virksomheden vil bruge LCA'en til markedsføring eller miljødokumentation, er kravene til pålidelighed, datakvalitet mm. meget højere.

3.1 Markedsføring

Markedsføring defineres typisk som enten aktiv eller passiv. En passiv markedsføring vil sige, at du har nogle informationer liggende i skuffen, som du udleverer, hvis du bliver bedt om det. Det er også karakteristisk, at dokumentationen kun forholder sig til dit produkt og ikke sammenligner det med andre. Selv om kunden selv beder om informationen, bør man sikre sig, at dokumentationen bygger på et solidt grundlag.

Eksempel A3.1: Miljøinformation

En ordre afhang af, om virksomheden kunne dokumentere produktets miljøegenskaber. Heldigvis havde virksomheden tidligere lavet en miljøvurdering, som blot skulle opdateres på en række punkter. Efter to dage var dokumentationen klar, og virksomheden fik ordren.

Aktiv markedsføring er brochurer eller annoncer, hvor producenten påstår, at han er god på det miljømæssige område. Hvad enten han faktisk påstår, at han er bedre end konkurrenterne eller ej, ligger det i budskabet, at han nødvendigvis må være bedre end andre. Sådanne påstande skal dokumenteres meget grundigt, og der findes regler for det i Markedsføringsloven [Forbrugerombudsmanden, 1999]. Der er udgivet en folder om miljømarkedsføring, som bl.a. siger:

Vil De bruge generelle ord, som "miljøvenlig" eller tilsvarende f.eks. "miljørigtig", "naturvenlig", "grøn", "natur", "ren natur" og "økologisk", forudsætter det, at De har gennemført en virkelig grundig udredning om hele produktets livscyklus.

Livscyklusvurderinger skal foretages efter anerkendte eller generelt accepterede metoder for den pågældende produkttype. Såfremt sådanne metoder endnu ikke er udviklet på det pågældende område, er det et stærkt argument for at undlade at bruge de generelle ord som "miljøvenlig" og lignende.

Det må anbefales at alliere sig med eksperter, som kan kvalitetssikre arbejdet, hvis det skal anvendes til markedsføring. Desuden kan MEKA-skemaet ikke regnes for en "virkelig grundig udredning om produktets livscyklus, foretaget efter anerkendte eller generelt accepterede metode". MEKA-skemaet kan imidlertid godt bruges til at dokumentere f.eks. et reduceret energiforbrug i produktionsfasen.

3.2 Miljøledelse

Miljøledelse kræver ikke en LCA af virksomhedens produkter, men produkternes livscyklus nævnes, og det vil være et naturligt område at arbejde med, når et miljøledelsessystem er etableret. Det datagrundlag, der etableres, vil typisk være et godt grundlag for at gå videre med LCA.

Hvis du ønsker at anvende LCA i forbindelse med prioritering af miljøindsatsen i miljøledelse, vil det dog være en god idé at supplere med forhold inden for arbejdsmiljø. Støj medtages normalt heller ikke i en LCA.

Eksempel A3.2: Prioritering af miljøindsatsen

En virksomhed har indført et miljøledelsessystem, men har problemer med at prioritere indsatsen.

En miljøvurdering viser, at det er produktets brugsfase, der giver det væsentligste bidrag til miljøbelastningen. Der skal derfor formuleres aktioner for at nedbringe belastningen fra brugsfasen. Miljøvurderingen gør det imidlertid også klart, at det er vigtigt at se ud over sit eget hegn, da f.eks. en øget anvendelse af underleverandører giver virksomheden en mindre miljøbelastning, mens den måske bliver større for produktet.

Arbejdet med LCA er velegnet som del af den uddannelse og træning, der skal finde sted i forbindelse med miljøledelsessystemet. F.eks. kan en del af uddannelsen være en præsentation af en miljøvurdering af et af virksomhedens produkter.

3.3 Produktudvikling

Anvendelse af LCA i produktudvikling betyder, at man i stedet for blot at konstatere nogle miljøegenskaber ved et eksisterende produkt har mulighed for at ændre dem, fordi det drejer sig om produkter, der ikke produceres endnu.

Normalt vil man starte med at lave en miljøvurdering af en reference, det vil sige et eksisterende produkt, for at finde ud af, hvor de største miljøbelastninger ligger. Næste trin er at finde de områder, hvor miljøbelastningen kan reduceres. Muligheden for reduktion er ikke altid forbundet med de største miljøbelastninger. F.eks. bruger et køleskab energi til køling, men det ikke give mening at reducere energiforbruget ved at hæve temperaturen i køleskabet, fordi det så ikke har den funktion, det skal have. Varmetabet kan derimod reduceres ved at forbedre isoleringen.

En gennemgang af et produkt betyder, at du får mulighed for at se det fra en anden vinkel. Du vil utvivlsomt komme til at sætte spørgsmålstegn ved nogle procedurer eller valg og få øje på forbedringsmuligheder.

Eksempel A3.3: Produktudvikling

Den indledende gennemgang af produktet viste, at forbruget af messing var meget højt. Messing indeholder kobber og zink, som begge er sparsomme ressourcer. Det viste sig, at en stor del af messingforbruget var overflødigt, og vægten af produktet blev kraftigt reduceret i den nye model. Resultatet blev et produkt, der både var billigere og bedre rent miljømæssigt.

3.4 LCA kan anvendes til dialog

LCA'en giver typisk nogle erkendelser, som kan bruges i dialog enten internt eller eksternt. Det kan være miljøafdelingen, som har brug for at argumentere overfor indkøbsafdelingen eller produktudviklingsafdelingen. Det kan også være at virksomheden vil bruge LCA til at skabe en mere positiv dialog med myndighederne. Endelig kan en miljøvurdering bruges til dialog i produktkæden, dvs. via leverandør via virksomhed til kunde. Igen gælder det, at kravet til dokumentation er større, når LCA'en anvendes eksternt, også selv om det kun er som et dialogredskab.

Eksempel A3.4: Miljøvurdering som grundlag for en dialog

Miljøafdelingen ønskede at forbedre virksomhedens produkter med hensyn til miljø, men havde svært ved at få til at forstå, hvad der kunne gøres. Der blev lavet en miljøvurdering af et produkt, og produktudviklingsafdelingen blev bedt om at levere materiale- og proceslister og komme med forslag til ændringer i produktet. Nu kunne produktudviklingsafdelingen se de miljømæssige konsekvenser af ændringer, og det blev en ren sport at komme med de forslag, der gav de største miljømæssige forbedringer.

Del B Kogebog



1. Definér opgaven

1.1. Beskriv formålet med miljøvurderingen

Formålet med miljøvurderingen hænger sammen med den anvendelse, miljøvurderingen skal have. Når du undervejs i forløbet skal afgøre, om et tilstrækkeligt niveau er nået, er det netop formålet, du skal holde miljøvurderingen op imod. I stedet for at angive et formål som produktudvikling, kan det være nemmere at forholde sig til nogle konkrete spørgsmål. Senere skal du afgøre, om miljøvurderingen her kan give dig svar på spørgsmålet med tilstrækkelig sikkerhed eller ej.

De spørgsmål, du kan stille, kan være enten overblikorienterede eller målrettede. Typisk vil du, første gang, du laver en miljøvurdering, have brug for at danne dig et overblik, hvad enten anvendelsen er produktudvikling eller markedsføring eller noget helt andet. Senere, når du har fundet de væsentligste områder for dit produkt, kan du stille de målrettede spørgsmål.

Når du ønsker et overblik, kan du spørge:

- Hvilke kilder er årsag til miljøbelastningen?
- Hvilke faser skal vi fokusere på, hvis vi vil nedsætte miljøbelastningen af vores produkt?
- Hvor får vi mest miljø for pengene?

Eksempler på målrettede spørgsmål er:

- Vil det være en fordel at udskifte isoleringen med ekspanderet polystyren (flamingo)?
- Bliver miljøprofilen bedre, hvis messinghåndtaget erstattes af plast?
- Vil det være bedre at anvende en vandbaseret maling i stedet for en opløsningsmiddelbaseret?

1.2 Vælg produktet

Der kan være flere grunde til at vælge et bestemt produkt, nemlig at:

- Produktet er meget repræsentativt for virksomheden og står for størstedelen af produktionen.
- Produktet er miljømæssigt i fokus hos kunderne, eventuelt kan der være indkøbsvejledninger på vej for produkttypen.
- Produktet er overskueligt for virksomheden og at de fornødne data til miljøvurdering er let tilgængelige på virksomheden.
- Virksomheden står over for at udvikle næste generation af produktet og er interesseret i at inddrage miljøhensyn i udviklingen af det nye produkt, det vil sige at produktet skal tjene som reference for produktudviklingen.
- Produktet forventes at udgøre et miljøproblem og/eller, at der synes at være store muligheder for miljøforbedringer.

Der kan også være andre hensyn, men ovenstående er typiske. Det er forskelligt hvilke hensyn, der er udslagsgivende, og ofte er det ikke dem alle, der gælder for et givent produkt.

Overvej, hvilke hensyn, der skal ligge til grund for dit valg af produkt til miljøvurderingen.

Hvis du vil have et overblik, og du laver miljøvurderingen for første gang, kan det godt betale sig at vælge produktet med omhu. Når du går i gang med din første miljøvurdering, er det en fordel, at produktet er overskueligt, og at data er tilgængelige, så du ikke løber ind i flere forhindringer end højst nødvendigt med hensyn til dataindsamlingen.

Hvis du skal bruge produktet som reference for produktudvikling, skal du overveje grundigt, om det er sammenligneligt med det nye påtænkte produkt, herunder om ydelsen er den samme som for referencen. Se afsnit 1.3.

Hvis du har målrettede spørgsmål under formål, har du typisk valgt produktet på forhånd. Hvis ikke, kan du overveje de samme hensyn som nævnt ovenfor.

1.3 Definér produktets ydelse

Det første trin i miljøvurderingen består i at definere og beskrive produktets ydelse. Herved forstås den nytte, som produktet giver brugeren, dét som produktet leverer, når det dækker brugerens behov. Hvorfor køber kunden egentlig produktet? Hvad er det produktet leverer?

1.3.1 Hvad kan sammenlignes?

Grunden til, at det er vigtigt at få styr på produktets ydelse fra starten, er, at en miljøvurdering altid indebærer sammenligninger. For det første findes der ikke et produkt, der er miljøvenligt, der findes kun et, der er miljøvenligere eller mindre miljøbelastende end et andet produkt. Alle produkter bruger materialer, og dertil går ressourcer og energi. Men nogen bruger mindre end andre og er derfor bedre for miljøet.

For det andet bliver miljøvurderingen jo lavet for at blive brugt. Og når den bruges, er det i en sammenligning: Hvad kan gøres bedre? Hvordan ligger vi i forhold til konkurrentens produkt? Selv, hvis man blot ønsker at lave en neutral miljødeklaration af et produkt, kommer der en sammenligning ind i billedet; nemlig når den, der bruger miljødeklarationen, vurderer om det ser godt eller skidt ud.

Når to produkter sammenlignes, eller når muligheder for at ændre produktet sammenlignes med det eksisterende produkt, så er det nødvendigt, at deres ydelse er ens. Man kan ikke sammenligne A med B og sige, at A er mere miljøvenlig, hvis A slet ikke leverer samme ydelse som B, og kunden aldrig ville købe A i stedet for B.

Eksempel B1.1: Produkters ydelse

Hospitalkitler (tænkt eksempel)

Hospitaler køber kitler til personalet, og de vaskes hver dag. Det bliver til omkring 100 gange vask pr. kittel, før de smides ud. Man kan få dem i ren bomuld og i en blanding af polyester og bomuld. I visse polyester/bomuldskitler vaskes bomuldsfibrene langsomt ud, og efter 20 ganges vask begynder de at blive statisk elektriske, dårligere til at absorbere fugt og gennemsigtige. Det betyder, at sygeplejerskerne ofte tager en T-shirt på under kitlen, hvad de ikke så ofte gør med de rene bomuldskitler. Kitlens ydelse var altså ikke blot 1 stk. hygiejnisk og tilpas varm hospitalsuniform, men også behagelig følelse mod huden, fugtabsorption og beskyttelse mod nysgerrige blikke. Hvis man ikke gør sig det klart, tror man, at man kan sammenligne en bomulds kittel med en polyester/bomulds kittel. Det kan man bare ikke. Man skal sammenligne en bomulds kittel med en polyester/bomulds kittel og x% af en T-shirt.

Malinger (tænkt eksempel)

Vi køber malinger for at pynte og beskytte overflader. De fås på både vandbasis og terpentbasis. Lad os sige, at man skal bruge 1,3 liter terpentbaseret for hver liter vandbaseret. Men det er en udendørs overflade, og den vandbaserede holder ikke helt så godt, så der skal males dobbelt så hyppigt. Malingens ydelse var altså ikke blot at pynte og beskytte x m² overflade, som vi troede, da vi stod i butikken og sammenlignede ud fra informationen på etiketten, men at pynte og beskytte x m² overflade i y år. Varigheden var en del af ydelsen. Vi troede, vi skulle sammenligne 1,3 liter terpentbaseret med 1 liter vandbaseret. Det skulle vi bare ikke. Vi skulle sammenligne 1,3 liter terpentbaseret med 2 liter vandbaseret.

Som du kan se, betyder det temmelig meget at få styr på hvilken ydelse, det er, som produktet egentlig leverer. Går du fejl i byen her, kan du ikke bruge miljøvurderingen til noget. Vær derfor omhyggelig med at beskrive ydelsen.

Tal med salgs- og marketingsfolkene om, hvad produktets ydelse er, for salgs- og marketingsfolkene vil have en del information om kunders inklusive slutbrugeres krav og ønsker, fordi de har betydning for virksomhedens salg og markedsføring.

I den sidste ende er det nemlig kunden, der afgør, hvad ydelsen for produktet er. Det er hverken dig eller andre på virksomheden, ikke engang den person, der har opfundet eller udviklet produktet (selv om det nok er et meget godt sted at rådføre sig). Jævnfør bomulds-kittlen: Det er sygeplejersken, der vælger at tage T-shirten på, når hun skal gå med polyester/bomuldskitlen. Derved afgør hun, at bomulds-kittlen leverer en ydelse, som polyester/bomuldskitlen ikke gør, se eksempel B1.1.

1.3.2 Hvad er produktets pligt- og positionerende egenskaber?

Du skal finde frem til, hvad der er de vigtige egenskaber ved produktet. Dem, som kunden lægger vægt på. Nogle egenskaber kaldes pligtegenskaber. Det er dem, produktet skal have for overhovedet at være på markedet. Pligtegenskaber kan enten være affødt af lovgivning (en bil skal have bremses) eller faste kundekrav, som stort set alle produkter på markedet opfylder (en hospitalskittel skal være hvid, et TV skal have fjernbetjening). Andre egenskaber kaldes positionerende egenskaber. Det er dem, der kan gøre produktet attraktivt i forhold til andre produkter.

Pligtegenskaberne kender virksomheden. De er enten fastlagt i lovgivningen eller så fast etablerede på markedet, at det er utænkeligt at fremstille et produkt, der ikke lever op til dem. Positioneringsegenskaberne er mere variable, og de har forskellig styrke: Nogle er meget betydende for salget af produktet, andre er mere marginale.

Til illustration af, hvad pligtegenskaber og positionerende egenskaber vil sige i praksis, er vist et eksempel for en kaffemaskine nedenfor.

Eksempel B1.2: Beskrivelse af ydelsen fra en kaffemaskine ved dens pligtegenskaber og positionerende egenskaber.

Pligtegenskaber

Brygge kaffe
Holde kaffen varm
Opfylde krav til
CE-mærkning,
herunder brandsikring

Positionerende egenskaber

Bryggetid
Bryggevolumen
Bryggetemperatur
Stand-by temperatur
Stand-by tid/automatisk slukfunktion
Rengøringsvenlighed
Design
Svingbar filterindsats
Gennemsigtighed af kande
Kaffens aroma
Mængdemarkering på kanden
Vandstandsmarkering på kaffemaskinen
Pris
Holdbarhed/levetid
Programmerbarhed

1.3.2.1 Hvilke markedssegmenter og -nicher findes?

Markedet kan inddeles i segmenter og nicher, der lægger forskellig vægt på de positionerende parametre. I én niche er pris, bryggetid og rengøringsvenlighed måske afgørende (salg til offentlige kontorer og kantiner), mens design og aroma kan være afgørende i en anden (private hjem).

1.3.2.2 Hvilke egenskaber er væsentlige?

Stil i første omgang en bruttoliste over produktets positionerende egenskaber op, og overvej så, hvilke der betyder mest for de markeder, virksomheden sælger på. Bruttolisten er en brain-storming, og du skal endelig ikke være kritisk i denne første fase. De vigtigste egenskaber skal respekteres, også i eventuelle nye udgaver af produktet, mens de mindre vigtige måske kan undværes eller erstattes af andre.

Ekstra funktionalitet ved et produkt koster som regel både penge og miljøpåvirkning, og et produkt med flere kvaliteter, end kunderne efterspørger, er som regel en dårlig forretning, både økonomisk og miljømæssigt.

Vær opmærksom på, at nogle produkter stort set ikke har nogle positionerende egenskaber, mens andre kan have mange.

1.3.3 Definér den funktionelle enhed

Det er ikke nok at beskrive ydelsen kvalitativt som gjort i tabel 1.1. Ydelsen skal ikke bare være af samme slags - mængden eller omfanget af ydelsen skal også være den samme, som eksemplet med malingerne viser.

Når man sætter tal på omfanget af ydelsen, kaldes det at definere den funktionelle enhed. Den består i alt af tre dele, nemlig:

1. en kvantitet (mængde, volumen eller omfang),
2. en varighed
3. kvaliteter/egenskaber

som af kunderne skal opfattes som sammenlignelige for produkter, der indgår i miljømæssige sammenligninger. Det er her, pligttegenskabene og de væsentlige positionerende egenskaber indgår.

Eksempel B1.3: Hospitalskitler (tænkt eksempel)

I eksemplet med hospitalskitler fra før havde vi glemt varigheden af ydel- sen (holdbarheden af kitlerne). For de dårlige kvaliteter har kitlen af poly- ester/bomuld ikke så lang levetid, som de rene bomuldskitler. Hvor en dårlig kvalitet bomulds kittel holder til at blive brugt og vasket 60 gange, holder en dårlig kvalitet polyester/bomulds kittel måske kun til 40 gange. Ved samme varighed af ydelsen skal man altså bruge 50% flere blan- dingskitler ud over, at man skal bruge T-shirts i et vist omfang.

Et eksempel på, hvordan den funktionelle enhed kan beskrives for kaffemaskinen er givet nedenfor.

Eksempel B1.4: En funktionel enhed for en kaffemaskine, primært solgt til private og overvejende velhavende hjem.

	Pligttegenskaber	Positionerende egenskaber
Kvantitet	Brygge 2 gange 1 liter kaffe om dagen	
Varighed	7 dage om ugen i 5 år	
Kvaliteter/ egenskaber	Brygge kaffe Holde kaffen varm - temperatur (82°C) CE-mærkning	Bryggetemperatur (94°C) Holde på aromaen Bryggetid (8 minutter) Pris (500 - 600 kr.) Smart design Lang levetid

I eksempel B1.4 for kaffemaskinen har vi antaget, at der er tale om et produkt, der primært sælges til markedssegmentet ”private hjem” og yderligere hovedsageligt i nichen ”velhavende private hjem”.

Dette er den ydelse, som kaffemaskinen skal levere for at konkurrere på denne del af markedet. Nye og mere miljøvenlige produkter skal også levere denne ydelse. Ellers vælger denne type kunder dem ikke, og hvis de ikke bliver valgt opnås den miljømæssige gevinst heller ikke. Et mere miljøvenligt produkt giver kun miljøfordele, hvis det i praksis fortrænger ét, der er mindre miljøvenligt.

Nedenfor er vist eksempler på definition af den funktionelle enhed for en række produkter. Der er med vilje valgt en række meget forskellige produkter, for at tabellen kan være bredt dækkende som inspiration. Læg mærke til, at kun få af produkterne havde defineret positionerende egenskaber.

Eksempel B1.5: Eksempler på definition af funktionel enhed

Produkt/ funktionel enhed	Kvantitet	Varighed	Kvalitative egenskaber
Vandvarmer	Levering af 110 l vand pr. dag med en temperatur på 55°C	15 år	Lever op til normen: NP-197-N Termostatregulering Overkogssikring Udseende, der tillader, at den kan stå fremme i f.eks. bryggers (positionerende)
Afløbsrør	Vandføring af husholdnings-spildevand på 2,2 henholdsvis 46 l/s med fald på 1 henholdsvis 400 promille langs en lige strækning på 10 m	80 år	Pligtgenskaber med hensyn til spidsbelastningskrav eller medianføring, tæthed, selvrensningsevne, bæreevne, resistens overfor kemikalier i henhold til DS-standarder
Armatyr	Blanding af koldt og varmt vand i et ønsket temperaturinterval og samtidig justering af flow hastighed	210.000 åbn/luk cykler	Et-grebs armatur Opfyldelse af krav i EN 817 samt VA-godkendelse
Vaskeplejemiddel	Behandling af 1000 m ² linoleumsgulv.	1 år	Renhedskvalitet 4-5, Glans 5, Holdbarhed 6-7
Kemikalier til tekstilfarvning	Farvning af garn	100 kg garn	Bestemt kvalitet og nuance (bestemt af DIN-standarder)
Koldskum til stolesæder	Sæde for en person på en arbejdsplads	10 år	Tilstrækkelig rivstyrke og hårdhed. Opfyldelse af brandkrav og test efter BS 5852: part 2: 1998

1.3.4 Identificér produktets sekundære ydelser

Nu har du fået styr på, hvad det er, produktet leverer, det vil sige hvad det er, virksomheden skal optimere i forhold til, når produktet skal miljøforbedres. Ydelsen – beskrevet ved den funktionelle enhed – det er den virksomheden lever af at sælge. Men produktet leverer stort set altid en del andre ydelser, end dem kunden og virksomheden i første omgang tænker på. Dem kalder vi de ”sekundære ydelser”. De sekundære ydelser er i de fleste tilfælde utilsigtede, og de kan typisk hentes hjem igen f.eks. ved genbrug af materialer.

Eksempel B.1.6.: Genbrug af materialer fra kaffemaskinen

Når man fremstiller en kaffemaskine, er det ikke kun en kaffemaskine, man har lavet: det er også en råvare for f.eks. ølflasker (hvis glaskanden lægges i genbrugscontaineren, når den smides ud), og en råvare for kraft/varme produktion (hvis plastdelen f.eks. ender i et dansk forbrændingsanlæg efter at være smidt ud).

Eksempel B1.7: Spildvarme fra elforbrugende husholdningsapparater

Eksempler på en sekundær ydelse er spildvarme fra elforbrugende husholdningsprodukter f.eks. hårde hvidevarer, computere eller fjernsyn. Spildvarmen fra disse er betydelig, og den indgår i opvarmning af huset og fortrænger i praksis olie eller gas fra varmeanlægget. Der er altså tale om en reel nyttevirkning (med mindre produktet sælges i varmere lande, hvor det i praksis blot afføder øget air-condition).

1.3.5 Planlæg de sekundære ydelser ved konstruktion af produktet

De sekundære ydelser bliver imidlertid mere og mere aktuelle, efterhånden som samfundet stræber mere efter at nyttiggøre ressourcer og energi så meget som muligt. Mange virksomheder er begyndt at

tage konsekvensen af dette: når nu vi véd, at materialerne i praksis bliver genbrugt, hvorfor så ikke tage højde for det og planlægge den optimale levering af samtlige ydelser fra starten, inklusive de sekundære? Samfundet har så store interesser i dette, at udviklingen vil gå den vej.

2. Beskriv produktets livsforløb

Når du har styr på, hvad det er, produktet leverer til brugeren, og på hvad de sekundære ydelser kan være, skal du finde ud af, hvor miljøpåvirkningerne ligger. Det første du skal gøre er at danne dig et overblik over produktets livsforløb.

2.1. Afgræns opgaven

Livsforløbet har fem hovedfaser, nemlig materialefaser, produktionsfasen, brugsfasen, bortskaffelsesfasen og transportfasen. Transporten kan enten behandles separat eller den kan fordeles på de andre faser.

2.1.1. Hvor i livsforløbet ligger de væsentlige miljøpåvirkninger?

Start med at notere produktets livsforløb på et stykke papir. Prøv at danne dig en holdning til, hvad der er stort og småt, væsentligt og uvæsentligt i produktets livsforløb. Vurdér produktets samlede vægt og typen af materialer. Overvej, om fremstillingen af produktet kan tænkes at medføre særligt problematiske processer eller kemikalier. Det kan f.eks. være lakering, som afgiver opløsningsmidler eller en særligt energikrævende proces som f.eks. emaljering.

Tænk på produktets levetid: for de fleste produkter er brugsfasen meget længere end de øvrige faser. Den samlede arbejdstid, der går til at fremstille en kaffemaskine med dagens teknologi, er væsentligt under en time, mens levetiden er 5 år eller måske mere. Prøv at sætte proportioner på brugsfasen. Vurdér, hvilken bortskaffelsesvej produktet mest sandsynligt vil følge, og hvilke materialer der vil blive genbrugt eller brændt med energigenvinding.

2.1.2. Brug et skema til planlægningen

Tænk over, hvor du kan få fat i de data, du skal bruge, og overvej hvordan dataindsamlingen skal ske. Du kan bruge et skema som vist i tabel 2.1 for kaffemaskinen som grundlag for dine overvejelser og din planlægning.

*Tabel 2.1
Indledende over-
blik over livsfor-
løbet for kaffema-
skinen.*

Fase	Beskrivelse	Hvor kan data findes?
Materialefasen	Samlet vægt af produkt: et par kg Materialeindhold: plast, glas, stål, aluminium, kobber i ledninger, materiale til varmelegemet (?) Emballage: pap, sandsynligvis genbrugspap	Produktionsafdelingen, materiale- og proceslisten.
Produktionsfasen	Væsentligste produktionsprocesser: Formgivning af materialerne, f.eks. trykstøbning af aluminium. Overfladebehandling af stål. Særlige processer/kemikalier: tungmetaller til overfladebehandling. Eventuelt andre – undersøges	Produktionsafdelingen, materiale- og proceslisten. Kemikaliedata tillige miljøafdelingen/BST
Brugsfasen	Levetid: skønnet til 5 år i gennemsnit Salgsfordeling på markeder/lande (>80%): Danmark, Sverige, Norge og Tyskland <u>Drift</u> Driftsdata: i alt 2 x 7 x 52 x 5 = 3640 kaffebrygninger à en liter. Bryggetid ca. 12 minutter. Kaffen holdes varm (80°C) i ca. 30 minutter i gennemsnit. Energiforbrug: 3640 kg kaffe opvarmes fra ca. 10°C til kogning. Varmetab fra 1 kg meget varmt vand i 1820 timer i alt. Materialeforbrug: 3640 kaffefiltre og en del kaffe Hjælpestofforbrug: nej <u>Vedligehold</u> Energiforbrug: afkalkning, det vil sige opvarmning til kogning à 2 liter 1 gang pr. måned (?). Rengøring af kande og maskine m. lunkent (?) vand – hvor ofte? Materialeforbrug: nej Hjælpestofforbrug: eddike (til afkalkning), sæbe/opvaskemiddel (til rengøring)	Salg & markedsafdelingen Forhandlerne Produktudviklingsafdelingen
Bortskaffelsesfasen	Bortskaffelsesveje, skønnet gennemsnit (%) Bortskaffes via genbrugsstation eller skraldespanden. Deponi: skønnet 0% Forbrænding: skønnet 100% af maskinen og 50% af kanden. Energiindhold udnyttes Shredding: skønnet 0% Adskillelse: skønnet 0% Genbrug: 50% af kanden skønnes at gå til glasgenbrug Andet: skønnet 0%	Eventuelt Salg & marketing afdelingen samt produktudviklingen Eventuelt kommunen, f.eks. genbrugsstationen Eventuelt videninstitutioner
Transportfasen	Kaffen transporteres 10000 km. Råmaterialerne til kaffemaskinen transporteres 2000 km til producenten. Den færdige kaffemaskine transporteres 100 km til forbrugeren hvorefter den efter endt brug transporteres 5 km til bortskaffelse.	Eventuelt Salg & marketing afdelingen

Eksempel B2.1: Sportstøj

En virksomhed, der laver sportstøj, var gået over til at anvende en fibertype, som kun kostede den halve energimængde at fremstille. Det blev betragtet som en væsentlig miljøforbedring af produktet. Virksomheden blev imidlertid spurgt om, hvor mange gange tøjet blev vasket, centrifugeret og tørretumblet i sin levetid og om, hvor stor forskel der var på fibrens evne til at holde på vand under centrifugering og dermed fibrens påvirkning af energibehovet til tørretumblingen. Virksomheden havde ikke overvejet dette.

Nogle produkter er "aktive" i brugsfasen, f.eks. energiforbrugende produkter som støvsugere, computere, TV eller pumper. For andre er der en meget hyppig vedligeholdelsesproces i brugsfasen, som f.eks. for tekstilprodukter eller flergangsservice. For sådanne produkter er brugsfasen næsten altid den dominerende. Andre er mere "passive", det vil sige de påvirker ikke miljøet i samme grad i brugsfasen, f.eks. møbler, aviser, emballage eller engangsservice. Selv for passive produkter er der imidlertid ofte en vis påvirkning i brugsfasen: møbler skal måske renses, ting skal vaskes og vedligeholdes, måske køles, varmes, tørres eller lignende, og i deres brugsfase kan de udøve en indirekte påvirkning, fordi de indgår i andre systemer. Du skal derfor tænke produktets liv godt igennem og prøve at forestille dig alle de processer, det gennemgår, og de påvirkninger, det giver anledning til.

2.1.3. Oplysninger om bortskaffelse og transport

For bortskaffelse og transport kan det være vanskelig at få konkrete tal. Affald fra private husholdninger bortskaffes enten via dagrenovationen eller til en genbrugsstation. Du kan antage, at det affald, der sendes via dagrenovation, bliver forbrændt 100%. For affald, som afleveres til genbrugsstation, kan du bruge værdierne i tabel 2.2. Det er omtrentlige værdier, som du kun skal bruge, hvis du ikke

selv har mere detaljerede oplysninger. Den konkrete bortskaffelse vil være afhængig af faktorer som:

- Mulighed for adskillelse
- Indsamlingssystemer
- Rentable oparbejdningsteknikker

*Tabel 2.2
Tommelfingerregler for bortskaffelsesveje af materialer, der bortskaffes via genbrugsstation.*

	Forbrænding	Genanvendelse	Deponi
Papir/pap (emballage)	25	75	0
Plast	85	15	0
Metal	0	100	0
Glas	0	100	0
Ikke-brændbart affald	0	0	100

2.1.4 Hvad skal medtages?

Du vil ofte komme ud for at skulle afgøre, om du skal have nogle mindre dele af produktet med. Det kan f.eks. være skruer eller smøreolie. Du kan måske også overveje, om kaffefilteret og kaffebønnerne skal med for kaffemaskinen. Hvis du er i tvivl om, hvad du skal tage med, så er reglen, at det som påvirkes af virksomhedens eller brugerens valg, skal med.

Der findes ikke faste kriterier for, hvad der skal medtages. Det, du skal sørge for, er, at du dækker en væsentlig del af livsforløbet. En mulighed er at se på vægten, f.eks. at mindst 95% af produktets vægt skal være dækket af miljøvurderingen. Imidlertid kan selv små dele bidrage væsentligt til energiforbrug eller miljøbelastning, så det er ikke nok at se på vægten.

Man kan altså ikke sige, at skruer generelt ikke skal medtages. Hvis din miljøvurdering gælder skruen, er den væsentlig. Hvis du derimod har et produkt, der indeholder 100 kg stål og er forchromet på overfladen, så betyder 20 g stålskruer ikke meget. Udeladelsen af stålskruerne betyder ikke noget, fordi stål ikke indeholder sparsomme ressourcer eller farlige stoffer.

2.2 Saml data for livsforløbet

Du skal nu have fat i data om produktet for hele dets livsforløb. Saml f.eks. data i tabeller, så de er overskuelige for andre. Så er det også nemmere at vise, hvad du har med i din miljøvurdering. Oplysninger for råvarer og produktion vil du ofte kunne få fra virksomhedens produktionsafdeling. Mange virksomheder har en såkaldt materiale- og procesliste for produktet, hvor de fremgår. Data om, hvor produktet sælges, kan du ofte få hos salgs- og marketingsfolkene, mens data for selve brugen af produktet både findes her og hos produktudviklerne. Oplysninger for bortskaffelse af produktet må ofte skaffes fra andre kilder, f.eks. kommunens genbrugsstation, hos forhandlerne (der i nogle tilfælde får det udtjente produkt retur, når der købes et nyt) eller hos videninstitutioner.

Eksempel B2.2: Kaffemaskinen

Brugsfasen: Du kan eventuelt få data for brugsprocessen fra marketingsafdelingen, men ofte kan det være nødvendigt at foretage nogle beregninger ud fra specifikationer og mærkeplader. Kaffemaskinens varmelegeme har en effekt på 600 W, og tidsforbruget til at brygge 1 liter kaffe er ca. 12 minutter. Det vil sige at energiforbruget til brygning er $0,660 \text{ kW}$ gange $0,2$ timer gange 3640 brygninger svarende til omkring 440 kWh , når der brygges 3640 liter kaffe i maskinens levetid. Varmepladens effekt kan aflæses til 55 W . Hver kande holdes varm i 30 minutter efter brygning (som gennemsnit), hvilket svarer til $0,5$ timer gange $0,055 \text{ kW}$ gange 3640 brygninger = 100 kWh . Herved fås et energiforbrug på $100 + 440 = 540 \text{ kWh}$. Husk også, at kaffen og kaffefiltrene er en del af brugsfasen. Man kan spørge sig, om disse ting virkelig skal med, når det er kaffemaskinen, vi studerer, og når det kun er den, virksomheden fremstiller. Da valg af koncept og konstruktion af kaffemaskinen kan påvirke både forbruget af filtre og kaffebønner, er det klart, at de må med i vurderingen, så vi kan se miljøkonsekvenser af eventuelle ændringer.

Bortskaffelsesfasen: Bortskaffelsen kan stilles op som i tabel 2.5. I dette eksempel sendes hele produktet via dagrenovationen til forbrænding undtagen glaskanderne, hvor vi antager at 50% går til genbrug. Andelen til affaldsforbrænding er derfor $0,5$ for glaskanden og $0,5$ til genbrug. For den del, der går til genbrug (omsmeltning), godskrives en tilsvarende mængde materiale. Stålet antages at gå til affaldsforbrænding, men halvdelen antages her opfanget magnetisk på et sorteringsbånd og sendt til stålgenbrug. I tabellen fremgår begrebet godskrivning – det forklares senere.

Komponenter	Antal	Materiale	Vægt (kg)	Fremstillingsprocesser	Hjælpestoffer
Kabinet	1	Plast, slagfast polystyren	1,1	Sprøjtstøbning	Slipmiddel
	1	Aluminium	0,1	Trykstøbning?	Smøring?
	1	Stål	0,3	Pladepresning Stansning	?
Ledning	1	Kobber	0,02	Trådtrækning	
	1	Blødgjort PVC	0,02	Coatning	
Glaskande	1	Glas	0,34	Støbning af glas	
Hank	1	Plast, slagfast polystyren	0,02	Sprøjtstøbning	Slipmiddel
Spændebånd	1	Aluminium	0,01	Valsning	?
Emballage	1	Pap	0,39	-	?

*Tabel 2.3
Kaffemaskinens
sammensætning
med tilknyttede
fremstillingspro-
cesser.*

Materiale/ Komponent	Proces			Hjælpestoffer
	Navn	Enhed	Mængde	Navn
Hele produktet	Kaffebrygning			
	• elforbrug	kWh	540	
	• kaffefiltre	kg	7,3	Blegemidler
	• kaffe	kg	290	Pesticider/ gødning
	• vand	kg	3640	
	Rengøring (mask. og kande)	kg	50	Vand (varmt/lunket)
		ml	25	Opvaskemiddel
	Afkalkning	kg	15	Eddikesyre
	Godskrivning af rumopvarmning	kWh	±360	

*Tabel 2.4
Brug af kaffema-
skinen*

*Table 2.5
Bortskaffelse af
kaffemaskinen.*

Komponent	Proces				Hjælpestof
	Andel	Navn	Enhed	Mængde	Navn
Aluminium	1	Affaldsforbrænding, aluminium	kg	0,1	?
Polystyren	1	Affaldsforbrænding, polystyren	kg	1,1	?
	1	<i>Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding</i>	kg	±1,1	?
Glas	0,5	Affaldsforbrænding, glas	kg	0,17	?
	0,5	Omsmelting, glas	kg	0,17	?
	0,5	<i>Godskrivning af glas</i>	kg	±0,17	?
Stål	1	Affaldsforbrænding, stål	kg	0,3	?
	0,5	Omsmelting af stål	kg	0,15	?
	0,5	<i>Godskrivning af stål</i>	kg	±0,15	?
Kobber	1	Affaldsforbrænding, kobber	kg	0,02	?
Kaffefiltre	1	Affaldsforbrænding, kaffefiltre	kg	7,3	?
	1	<i>Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding</i>	kg	±7,3	?
Kaffegrums	1	Affaldsforbrænding, organisk materiale	kg	290	?
	1	<i>Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding</i>	kg	±290	?
Emballage	1	Affaldsforbrænding, pap	kg	0,39	?
	1	<i>Godskrivning af kraftvarme fra affaldsforbrænding</i>	kg	±0,39	?

Medtag en konservativ beregning af den samlede transports betydning for indledningsvist at afklare, om transporten betyder meget i det samlede billede. I de fleste tilfælde betyder transporten ikke ret

meget, og optimeringer på transportsiden kan ofte overlades til logistikafdelingen. Transport for kaffemaskinen er vist i tabel 2.6.

Transportform	Afstand, km	Mængde, kg
Transport af kaffe, skib	10000	90,0
Transport af råvarer til kaffemaskine, bil	2000	2,3
Transport af kaffemaskine til bruger, bil	100	2,3
Transport af kaffemaskine til bortskaffelse, bil	5	2,3

*Tabel 2.6
Transport for
kaffemaskinen.*

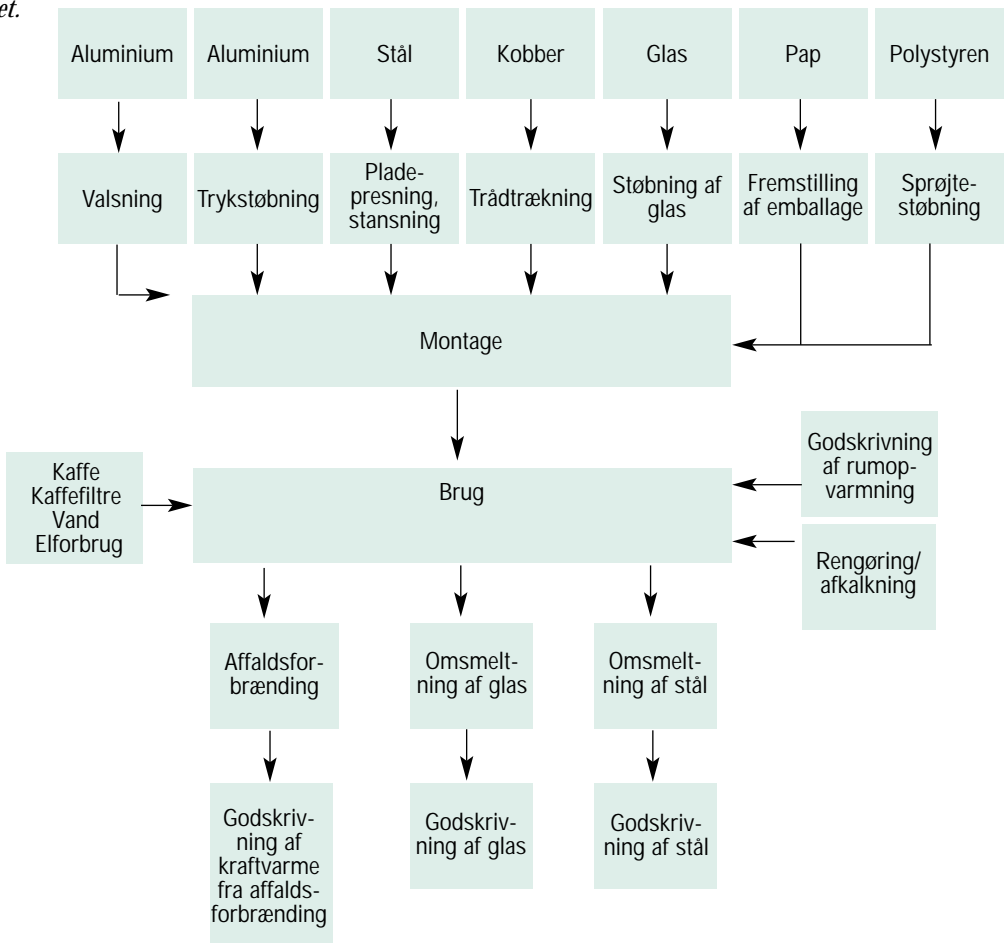
Tabellerne 2.3-2.6, som vist her for kaffemaskinen, er udgangspunktet for din miljøvurdering. Den specificerer alle de oplysninger, du behøver om produktet og dets livsforløb. Du vil tit mangle nogle data, især for processer og hjælpestoffer, som også vist i eksemplet for kaffemaskinen. Dem er du i givet fald nødt til at lade hvile i første omgang, men medtage i oplægget til det videre arbejde.

Det er vigtigt at du klart viser, hvad du taget med i din miljøvurdering. Marker i tabellerne eller lav en liste med udladelser og antagelser.

2.2.1 Er et flowdiagram for livsforløbet mere velegnet?

Materiale- og proceslistemodellen kan være fordelagtig til at vise et overblik over livsforløbet, hvis det er et sammensat produkt, du studerer. Det vil sige hvis produktet består af flere komponenter/undersamlinger og eventuelt flere materialer. For mere enkle og homogene produkter kan du også anvende et flowdiagram. Det kan i visse tilfælde give et bedre overblik. Du kan frit vælge, hvad du synes er bedst i den aktuelle situation.

Figur 2.1
 Overblik over
 kaffemaskinens
 livsforløb. Trans-
 port er ikke angivet.



2.2.2 Godskrivning

Vi nævnte i forrige afsnit, at de utilsigtede sekundære ydelser, der opstår i de fleste produkters livsforløb, ofte betyder meget miljømæssigt. Disse ydelser forekommer dér, hvor det system vi ser på (produktets livsforløb og de processer, som det indeholder) påvirker eller hænger sammen med andre systemer. Dér hvor de sekundære ydelser forekommer, spares der alternative måder at levere disse ydelser på. For at yde dette retfærdighed må vi lave en såkaldt godskrivning af den alternative måde at levere de aktuelle ydelser på. Hvis f.eks. metaller genbruges, skal man derfor trække produktion af en tilsvarende mængde metal fra. Dette betyder, at der kommer et negativt materialeforbrug i bortskaffelsesfasen.

De godskrivninger, man typisk vil komme ud for, er:

- Spildvarme fra elforbrugende apparater
- Udnyttelse af el- og varmeproduktion fra affaldsforbrænding
- Genbrug af materialer

Spildvarmen findes normalt i brugsfasen og figurerer som et negativt bidrag. Det er vigtigt at have den med separat, fordi det netop er spildvarmen, som du kan gøre noget ved. For kaffemaskinen og vandvarmeren er det her, det største forbedringspotentiale ligger.

I Danmark udnyttes varmen fra forbrændingsanlæggene. Den varme, der kan udnyttes, svarer til brændværdien af materialet. Plast og papir har en høj brændværdi, mens metaller normalt ikke har nogen brændværdi. Værdierne kan findes i bilag B, tabel 2.1.

Ved genbrug af materialer, angives det genbrugte materiale med negativt fortegn i bortskaffelsesfasen. Husk også at lægge energiforbruget for genbrugsprocessen (f.eks. omsmelting) til. Det er jo ikke nok at aflevere materialet til en pulje, det skal også bringes op på samme niveau som før.

Husk at godskrivning kun kan foretages, når f.eks. materialer bliver eller med stor sandsynlighed bliver genbrugt. Det er ikke nok at de kan blive genbrugt.

*Tabel 2.7
Et produkt indeholder 10 kg plast, hvoraf 5 kg genbruges*

Eksempel B2.3: Godskrivning

Et produkt indeholder 10 kg plast, hvoraf 5 kg genbruges.

	Materialefasen	Bortskaffelsesfasen
Materialer	10 kg plast (ressourcer)	- 5 kg plast (ressourcer)
Energi	10 kg plast (energi)	- 5 kg plast energi til genvinding af 5 kg plast

3. Lav en indledende miljøvurdering

I den indledende miljøvurdering skal du arbejde med et MEKA-skema.

MEKA-skemaet er en hjælp til at samle dine data på en overskuelig og systematisk form. Det er med til at skabe overblik over miljøbelastningerne fra dit produkt.

Du skal udarbejde et MEKA-skema for hvert produkt din miljøvurdering omfatter. I det følgende er beskrevet, hvordan der arbejdes med skemaet for ét produkt.

Ved anvendelse af principperne i MEKA-modellen lægges der mest vægt på de materialer, hjælpestoffer og den mængde energi, der forbruges gennem produktet livsforløb. De strømme i form af emissioner til luft og vand samt affald, der fremkommer gennem et produkts livsforløb er vanskelige at opgøre. De kan tages med, men kun i begrænset omfang.

I det efterfølgende forklares, hvordan de data, du allerede har indsamlet, bearbejdes. Dernæst gives anvisninger på, hvordan de bearbejdede data kan fortolkes. Til sidst bliver der givet anvisninger på om du bør gå videre og hvordan.

3.1 Opstilling af et MEKA-skema

Ved opstilling af MEKA-skemaet tages udgangspunkt i den funktionelle enhed (del B, kapitel 1) og det livsforløb, du har opstillet (del B, kapitel 2).

Til at udfylde MEKA-skemaet skal du anvende beskrivelsen af produktet fra kapitel 2, en lommeregner samt bilag B bagest i bogen.

MEKA-skemaet er vist i figur 3.1. Du arbejder med skemaet ved at udfylde en række ad gangen. Først udfylder du rækken med materialer for alle produktets livscyklusfaser, dernæst energi og så videre.

I MEKA-skemaet angives materialeforbruget dels i mængder i kg (eller anden passende enhed) og omregnet til forbrug af ressourcer. Energiforbruget opgøres i primær energi og i den tilsvarende mængde ressourcer brugt til at fremstille denne energi. For rækkerne 'Kemikalier' og 'Andet' er der én opgørelse for hver.

Figur 3.1
MEKA-skema

		Materiale- fase	Produktions- fase	Brugs- fase	Bortskaffelses- fase	Transport- fase
Materi- aler	Mængde Ressourcer					
Energi	Primær Ressourcer					
Kemi- kalier						
Andet						

I afsnit 3.1.1 til 3.1.4 får du anvisninger og eksempler på den praktiske udarbejdelse af MEKA-skemaet. I afsnit 3.1.1 og 3.1.2 er angivet en række formler. Disse er mærket med numre, f.eks. {1} og er samlet i en oversigt i bilag A.

3.1.1 Materialer

Materialer opgøres som de materialer, der anvendes til at fremstille produktet samt til brug og vedligeholdelse af produktet. Sidste trin, bortskaffelsen kan omfatte genvinding af materialer som for eksempel genbrug af plast eller papir.

Begynd med at opgøre materialeforbruget for hver fase opdelt på materiale typer. De grundlæggende oplysninger har du fra dataindsamlingen som vist i tabel 2.3 i kapitel 2. Disse oplysninger anføres i øverste linie under materialeforbrug.

Eksempel B3.1: Materialeforbrug for en kaffemaskine

Fra kapitel 2, tabel 2.3 haves for materialefasen:

Plast, slagfast polystyren (PS):	$1,1 \text{ kg} + 0,02 \text{ kg} =$	1,12 kg
Blødgjort PVC		0,02 kg
Glas		0,34 kg
Pap		0,39 kg
Aluminium (Al):	$0,1 \text{ kg} + 0,01 \text{ kg} =$	0,11 kg
Kobber		0,02 kg
Stål		0,3 kg

Fra kapitel 2, tabel 2.3 haves for produktionsfasen:

Slipmiddel	mængde ikke opgjort
Smøring	mængde ikke opgjort

Fra kapitel 2, tabel 2.4 haves for brugsfasen:

Kaffefiltre (papir)		7,3 kg
Kaffe		290 kg
Vand:	$3640 \text{ kg} + 50 \text{ kg} =$	3690 kg

Fra kapitel 2, tabel 2.5 haves for bortskaffelsen:

Glas, genvinding 50%	- 0,17 kg
Stål, genvinding 50%	- 0,15 kg

Øvrige materialer sendes 100 % til affaldsforbrænding.

Transportfase: Intet materialeforbrug

Ovenstående tal er vist indsat i MEKA-skemaet i eksempel B3.7

Du skal nu opgøre hvilke ressourcer/råstoffer, der forbruges for hvert materiale.

For nogle materialer ved du antagelig hvilke råstoffer, der anvendes. For andre kan du få hjælp ved at slå op i tabel B.1 i bilag B.

Eksempel B3.2: Forbrug af ressourcer til fremstilling af et givent materiale

<i>Materiale</i>	<i>Ressource</i>
Polystyren	Råolie og gas
PVC	Råolie og gas
Glas	Kalk, kaolin og sand
Aluminium	Aluminium
Kobber	Kobber
Stål	Jern og mangan

Ressourceforbrugene opgøres i milli-Person-Reserver = mPR. Ved denne omregning tages der hensyn til, at der er rigelige forsyninger af nogle materialer, mens der er knappe forsyninger af andre. De knappe ressourcer vægtes hårdere end de rigelige, da det er mere miljøbelastende at bruge 1 kg af et materiale, der kun er lidt tilbage af, end 1 kg af et materiale, hvor forsyningerne er rigelige.

Til denne omregning af materialeforbrug til ressourceforbrug anvendes tabel B.1 i bilag B.

Opgør mængden af dit/dine materiale(r) i kg og udregn antallet af mPR for hver ved at beregne antallet af mPR for hvert materiale. Til nogle materialer anvendes et råstof (f.eks. aluminium) mens der til andre anvendes flere (f.eks. stål).

Beregn:

{1} antal kg materiale[A] x mPR/kg for [A] = mPR for materiale [A]

Eksempel B3.3: Omregning til milli-Person-Reserver

I tabel B.1, bilag B findes følgende omregningsfaktorer:

Aluminium: 1,5 mPR/kg Al

Stål, maskinstål: 0,08 mPR/kg Fe, 0,05 mPR Mn

Når der indgår flere råstoffer i et materiale regnes de alle med og opgøres hver for sig.

Milli-Person-Reserverne for 2 kg aluminium og stål beregnes som:

Aluminium: $2 \text{ kg} \times 1,5 \text{ mPR/kg Al} = 3 \text{ mPR Al}$

Rustfrit stål: $2 \text{ kg} \times 0,08 \text{ mPR/kg Fe} + 2 \text{ kg} \times 0,05 \text{ mPR/kg Mn} =$
 $0,16 \text{ mPR Fe} + 0,10 \text{ mPR Mn}$

I tabel 1 i Bilag B er der ligeledes ud for nogle materialer anført bemærkninger. Disse bemærkninger omhandler betydelige emissioner eller andre vigtige forhold ved fremstilling af materialet. Overfør disse bemærkninger til MEKA-skemaet. Drejer det sig om affald, anføres bemærkningerne i rækken "materialer". Drejer det sig om emissioner, anføres bemærkningerne i rækken "kemikalier". Øvrige bemærkninger, som for eksempel forhold relateret til arbejdsmiljø anføres under "andet".

Kan du ikke finde oplysninger om et eller flere materialer, som produktet består af, må du anføre materialet i MEKA-skemaet og så senere overveje, om du skal gøre mere ved det.

Eksempel B3.4: Ressourceforbrug for kaffemaskinens materialefase omregnet til mPR

Polystyren	$1,12 \text{ kg} \times [0,02 \text{ mPR/kg råolie} + 0,02 \text{ mPR/kg naturgas}] = 0,022 \text{ mPR råolie} + 0,022 \text{ mPR naturgas}$
PVC	$0,02 \text{ kg} \times [0,01 \text{ mPR/kg råolie} + 0,01 \text{ mPR/kg naturgas}] = 0,0002 \text{ mPR råolie} + 0,0002 \text{ mPR naturgas}$
Glas	$0,34 \text{ kg} \times 0 \text{ mPR/kg} = 0 \text{ mPR}$
Aluminium	$0,11 \text{ kg} \times 1,5 \text{ mPR/kg} = 0,165 \text{ mPR Al}$
Kobber	$0,02 \text{ kg} \times 16,5 \text{ mPR/kg} = 0,33 \text{ mPR Cu}$
Stål, maskinstål	$0,3 \text{ kg} \times [0,08 \text{ mPR/kg Fe} + 0,05 \text{ mPR/kg Mn}] = 0,024 \text{ mPR Fe} + 0,015 \text{ mPR Mn}$
Pap	$0,39 \text{ kg} \times 0 \text{ mPR/kg} = 0 \text{ mPR}$

Anvendes der materialer i produktionsfasen eller i brugsfasen, skal råstofferne til disse materialer også opgøres.

Eksempel B3.5: Opgørelse af de ressourcer/råstoffer, som indgår i kaffemaskinens brugsfase

I brugsfasen anvendes 7,3 kg kaffefiltre og 290 kg kaffe. Disse "materialer" er fremstillet af fornyelige ressourcer og skal ikke tages med i opgørelsen af råstoffer.

Til rengøring anvendes opvaskemiddel og eddikesyre. Opvaskemiddel ses der bort fra på grund af den lille mængde. Eddikesyren vurderes under kemikalier.

I brugsfasen forekommer der et vandforbrug på i alt 3690 kg. Vand regnes som en fornyelig ressource og medtages ikke.

Dette betyder, at der ikke kommer bidrag til opgørelse af råstofforbrug fra brugsfasen.

Omfatter dit produkt genvinding af materialer ved bortskaffelsen, skal disse ligeledes gøres op. Det gør du ved at godskrive den materiale-mængde opgjort i mPR, der genvindes. Brug samme formel, som du brugte for materialefasen.

Eksempel B3.6: Genvinding af materialer ved bortskaffelse af kaffemaskinen

I eksemplet for kaffemaskinen er det forudsat, at 50% af stålet og glasset kan genvindes. Derved godskrives følgende mPR:

$$\begin{aligned} \text{Stål, maskinstål:} & \quad -0,15 \text{ kg} \times [0,08 \text{ mPR/kg Fe} + 0,05 \text{ mPR/kg Mn}] \\ & \quad = -0,012 \text{ mPR Fe} - 0,008 \text{ mPR Mn} \end{aligned}$$

$$\text{Glas:} \quad -0,17 \text{ kg} \times 0 \text{ mPR/kg} = 0 \text{ mPR}$$

Anfør resultatet af dine beregninger i MEKA-skemaet i rækken mærket Materialer summeret for hver af de opgjorte ressourcer.

Eksempel B3.7: Materialeforbrug og ressourceopgørelse for materialer					
	Materiale fase	Produktions-fase	Brugs-fase	Bort-skaffelsefase	Trans-portfase
Mæng-der	PS: 1,12 kg PCV: 0,02 kg Glas: 0,34 kg Pap: 0,39 kg Aluminium: 0,11 kg Kobber: 0,02 kg Stål: 0,3 kg	Slipmiddel Smøremiddel	Papir: 7,3 kg Kaffe: 290 kg Vand: 3690 kg	Genvinding Glas: -0,17 kg Stål: -0,15 kg Affalds forbræn- ding 299,23 kg	
Res-source-forbrug	Råolie: 0,0222 mPR Naturgas: 0,0222mPR Al: 0,165 mPR Cu: 0,33 mPR Fe: 0,024 mPR Mn: 0,015 mPR			Fe:-0,012 mPR Mn:-0,008 mPR	

3.1.2 Energi

Energi omfatter det energiforbrug, der er i form af el, damp, varme og andet samt energi til transport. Det omfatter også den energi, som visse materialer indeholder. Plast indeholder f.eks. meget energi, - det kan brændes og energien udnyttes, mens sand ikke indeholder energi, der kan udnyttes.

Den procesenergi, der anvendes kan være i form af elektricitet eller olie, gas og benzin. For forenklingens skyld ses der bort fra vind-, vand- og atomkraft.

Det energiforbrug samt den energiform, der er aktuelt for dit produkt skal du opgøre for hver livscyklusfase. Dertil kommer energifor-

bruget ved fremstilling af materialerne. Det skal med, men kan slås op i bilagene.

De ovennævnte energiforbrug kaldes primær energi og skal omregnes til forbrug af ressourcer. I denne metode er valgt at opgøre alle energiforbrug som forbrug af råolie-reserver.

3.1.2.1. *Energiforbrug i materialefasen*

Energiforbruget til at udvinde en ressource og bearbejde den til et materiale er givet for en række materialer i bilag B, tabel B.2.

Beregn energiforbruget for de materialer, der indgår i produktet. Energiforbruget opgøres som primær energi ved at beregne:

$$\begin{aligned} \{2\} \quad & \text{Mængde af materiale [kg]} \times \\ & \text{Primær energi for materialet [MJ/kg]} = \\ & \text{Primært energiforbrug [MJ]} \end{aligned}$$

Husk at få alle materialer med - også de materialer, der er baseret på fornyelige ressourcer.

Eksempel B3.8: Primært energiforbrug for materialefremstilling

Listen over materialer er fra eksempel B3.1.

Materialefasen:

Polystyren	1,12 kg x 90 MJ / kg	= 100,8 MJ
PVC	0,02 kg x 65 MJ / kg	= 1,3 MJ
Glas	0,37 kg x 10 MJ / kg	= 3,7 MJ
Pap	0,39 kg x 40 MJ / kg	= 15,6 MJ
Aluminium	0,11 kg x 170 MJ / kg	= 18,7 MJ
Kobber	0,02 kg x 90 MJ / kg	= 1,8 MJ
Stål	0,3 kg x 40 MJ / kg	= 12,0 MJ
Samlet		= 153,9 MJ

3.1.2.2. Produktionsfasen

Opgør procesenergien for produktionsfasen opdelt på energiformer. Som en hjælp ved opgørelse af energiforbrug til processer kan du anvende bilag B, tabel B.3. I denne tabel er anført energiforbruget for udvalgte processer.

Det er ikke altid muligt at opgøre energiforbruget for de enkelte processer. Ofte vil energiforbruget for hele produktionsvirksomheden være kendt, og det skal så fordeles på alle de fremstillede produkter. Kan virksomheden ikke give anvisninger på en rimelig fordeling kan du foretage en vægtet fordeling efter salgsmængde gange salgspris eller lageromsætning.

Har du ingen data for produktionsfasen, kan energiforbruget sættes til 30% af materialefazens.

For energitunge processer, hvor der f.eks. er tale om opvarmning eller nedkøling af store mængder vand, kan procesenergien være meget stor.

Ved afbrænding af gas eller olie og udnyttelse af den fremkomne varme udnyttes energiråstofferne helt.

Ved fremstilling af el sker der et relativt stort tab på el-værket. Kun 40% af den energi, der tilføres el-værket, kan udnyttes som elektricitet.

Har du opgjort energiforbruget i form af el, skal du omregne energiforbruget til primær energi opgjort i MJ efter formlen:

$$\{3\} \quad \text{Elforbrug [MJ]} \times 2,5 = \text{primært energiforbrug [MJ]}$$

$$\{4\} \quad \text{Elforbrug [kWh]} \times 9 = \text{primært energiforbrug [MJ]}$$

Har du opgjort energiforbruget i form af energiresourcer, skal du omregne energiforbruget til MJ efter formlen:

{5} Mængde af energiressource [kg] x Brændværdi [MJ/kg] =
primært energiforbrug [MJ]

Du kan slå brændværdien af energiressourcer op i bilag B, tabel B.4.

Eksempel B3.9: Energiforbrug ved produktion af en kaffemaskine

I kapitel 2 er angivet, hvilke processer der anvendes til fremstilling af kaffemaskinen.

I bilag B, tabel B.4 er angivet et energiforbrug til trykstøbning af aluminium på 20-50 MJ/kg. For de øvrige processer kan der ikke findes data. Forarbejdningen af materialer antages at forbruge 20 MJ/kg. Da der skal forarbejdes 1,91 kg, bliver energiforbruget 38,2 MJ i form af el. Elforbruget omregnes til primær energi : $38,2 \times 2,5 \text{ MJ} = 95,5 \text{ MJ}$.

3.1.2.3 Brugsfasen

Energiforbruget til brugen af produktet kan være ubetydeligt eller meget stort. Energiforbruget skal opgøres fordelt på energiformer og omregnes til MJ.

Opgør det direkte energiforbrug og overvej, om du skal godskrive energigevinsten ved eventuelle sekundære ydelser i brugsfasen.

Omregning af el-forbrug og energiressourcer er vist i afsnit 3.1.2.2.

Eksempel B3.10: Energiforbrug i brugsfasen for kaffemaskinen

Kaffemaskinen har et energiforbrug i form af el på 540 kWh.

$540 \text{ kWh} \times 9 \text{ MJ/kWh} = 4.860 \text{ MJ}$ primær energi.

Det angives i kapitel 2, at varme fra kaffemaskinen godskrives. Derved spares 360 kWh i form af rumopvarmning. Rumopvarmning sker almindeligvis ved forbrug af olie.

$360 \text{ kWh} \times 3,6 \text{ MJ/kWh} = 1.296 \text{ MJ}$.

Der spares således 1.296 MJ primær energi.

Det samlede primære energiforbrug i brugsfasen bliver derfor

$4.860 \text{ MJ} - 1.296 \text{ MJ} = 3.564 \text{ MJ}$.

Overvej ligeledes, om der forbruges energi ved vedligehold af produktet i form af rengøring. Foretag et skøn over energiforbruget, da det sjældent kendes eller kan opgøres nøjagtigt. Husk at notere dine forudsætninger for skønnet.

Der kan forbruges materialer i brugsfasen, som ligeledes skal medregnes. Disse opgøres på samme vis som for energiforbrug til materialer i materialefasen, - se afsnit 3.1.2.1.

Eksempel B3.11: Energiforbrug til materialer i brugsfasen for kaffemaskinen

Papir (kaffefiltre)	7,3 kg x 40 MJ / kg	= 292 MJ
Kaffe	290 kg x 20 MJ / kg*	= 5.800 MJ
I alt		= 6.092 MJ

*Værdien er anslået

3.1.2.4 Bortskaffelsesfasen

Når du ved, hvordan produktet bortskaffes, kan du beregne energiforbruget eller energiudviklingen.

Plast, papir, pap og andre brændbare kasserede dele af et produkt vil blive bortskaffet enten ved genanvendelse eller ved forbrænding. Sker bortskaffelsen ved forbrænding, skal den varme, der udvikles godskrives i energiregnskabet. I denne indledende miljøvurdering tages der ikke hensyn til varmetab og lignende.

Varmeudviklingen beregnes ved at anvende brændværdien.

Opgør energiindholdet for hvert materiale og anfør den samlede mængde udviklet varme i MEKA-skemaet. Brug bilag B, tabel B.2, kolonnen mærket brændværdi og beregn:

{6} Mængde materiale [kg] x Brændværdi[MJ/kg]=
varmeudvikling [MJ]

Eksempel B3.12: Varmeudvikling ved bortskaffelse af kaffemaskinen

Varmeudvikling ved forbrænding i bortskaffelsesfasen:

Polystyren	1,12 kg x 40 MJ/kg	= 44,8 MJ
Pap	0,34 kg x 20 MJ/kg	= 6,8 MJ
Papir (kaffefiltre)	7,3 kg x 20 MJ/kg	= 146 MJ
Kaffegrums	290 kg x 15 MJ/kg*	= 4.350 MJ
Samlet energiindhold		= 4.548 MJ

*Værdien er anslået

I tilfælde, hvor bortskaffelsen omfatter en speciel behandling, skal du søge for at få energiforbruget opgjort og medregnet i den samlede opgørelse. Det kan f.eks. dreje sig om oparbejdning af materialer.

I bilag B, tabel B.3 er anført det primære energiforbrug for nogle få udvalgte oparbejdningsprocesser.

Har du ikke oplysninger, om energiforbruget til oparbejdning, kan du anvende 50% af den energimængde, der anvendes ved fremstilling af materialet.

Eksempel B3.13: Energiforbrug til oparbejdning for kaffemaskinen

I eksemplet med kaffemaskinen er det angivet, at 50% af stålet og glasset oparbejdes. Hertil forbruges energi. I bilag B, tabel B.3 findes energiforbrugene ved oparbejdning.

Primært energiforbrug:

0,17 kg glas x 7 MJ/kg	= 1,2 MJ
0,15 kg stål x 40 MJ/kg	= 6,0 MJ
Samlet energiforbrug til oparbejdning	= 7,2 MJ

3.1.2.5 Transport

Energiforbruget til transport er baseret på en opgørelse af den mængde gods, der skal flyttes gennem hele produktets livsforløb og den afstand, det drejer sig om. Denne opgørelse er beskrevet i kapitel 2, tabel 2.6.

Energiforbruget pr. kilometer afhænger af transportformen. I tabel 3.1 er energiforbruget vist for 3 transportformer.

*Tabel 3.1
Energiforbrug
ved transport.*

	Energiforbrug
Tog	0,0008 MJ/(kg x km)
Skib	0,001 MJ/(kg x km)
Lastbil	0,005 MJ/(kg x km)

Ud fra skemaet med transporterede mængder og afstande samt tabel 3.2 skal du beregne det samlede energiforbrug til transport ved:

$$\{7\} \quad \text{Summen af:} \\ \{\text{flyttet materiale [kg]} \times \text{afstand [km]} \times \text{energiforbrug [MJ/(kg x km)]}\} = \text{samlet energiforbrug [MJ]}$$

Eksempel B3.14: Energi til transport for kaffemaskinen

Råmaterialer, bil	2.000 km x 2,3 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	=	23 MJ
Kaffe, skib	10.000 km x 290 kg x 0,001 MJ/(kg x km)	=	2.900 MJ
Kaffefiltre, bil	1.000 km x 7,3 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	=	36,5 MJ
Til bruger, bil	100 km x 2,3 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	=	1,2 MJ
Bortskaffelse, bil	5 km x 299,6 kg x 0,005 MJ/(kg x km)	=	7,5 MJ
I alt til transport			2.968 MJ

3.1.2.6 Samlet opgørelse

Du skal nu opstille en samlet opgørelse over alle energiforbrugene til processer.

For produkter, hvor transporten ikke er væsentlig, kan det anbefales at tilpasse MEKA-skemaet og fjerne kolonnen "transport".

Eksempel B3.15: Opgørelse af primært energiforbrug					
	Materialefase	Produktionsfase	Brugsfase	Bortskaffelse	Transport
Primær energi	154 MJ	96 MJ	6.092 MJ 4.860 MJ	7 MJ	2.968 MJ
Godskrivning		-1.296MJ	-4.548 MJ		
Sum	154 MJ	96 MJ	9.656 MJ	-4.541 MJ	2.968 MJ

Nettoforbruget af primær energi er 8.333 MJ.

Du skal nu regne energiforbrugene om til forbrug af olieressourcer.

$$\{8\} \quad \text{Energiforbrug [MJ]} / 1.025 \text{ [MJ/mPR olie]} = \text{forbrug af olieressource [mPR]}$$

De beregnede størrelser for energiressourcer opgjort i mPR anføres i MEKA-skemaet for hver fase i livscyklus.

Eksempel B3.16: Samlet opgørelse af energiforbrug					
	Materiale-fase	Produktions-fase	Brugs-fase	Bortskaffelses-fase	Transport-fase
Primær energi	154 MJ	96 MJ	10.952 MJ	7 MJ	2.968 MJ
Godskrivning			-1.296 MJ	-4.548 MJ	
Sum	154 MJ	96 MJ	9.656 MJ	-4.541 MJ	2.968 MJ
mPR Olie	0,15mPR	0,09mPR	9,42 mPR	-4,43 mPR	2,90mPR
Nettoforbruget af ressourcer svarer til 8,68 mPR olie.					

3.1.3. Kemikalier

Kemikalier skal forstås meget bredt. Kemikalier omfatter kemiske stoffer, som indgår i produktet samt alle hjælpestoffer, der anvendes i produktets livsforløb. Det drejer sig dog primært om hjælpestoffer ved produktion af produktet, men også hjælpestoffer, der anvendes ved f.eks. vedligeholdelse i brugsfasen, skal med. Hvis du desuden har viden om bestemte kemiske stoffer, som bliver udledt til miljøet, bør du også medtage disse i vurderingen.

Tag udgangspunkt i tabel 2.3-2.5 fra kapitel 2 og opstil en liste over alle de hjælpestoffer og andre kemikalier, der anvendes i produktets livsforløb samt mængden af hver.

3.1.3.1 Information om kemikalier

Almindeligvis er det vanskeligt at få oplyst præcist hvilke kemiske stoffer, der indgår i et produkt. Det er dog nødvendigt at indsamle så mange informationer om dette som muligt for at kunne vurdere den miljømæssige effekt.

Den mest relevante information kan hentes fra leverandørbrugsanvisningen. En sådan anvisning skal producerer og importører af farlige kemikalier udarbejde.

En god leverandørbrugsanvisning er opdelt i 16 punkter, der er anført et PR-nr (Produkt Register nr.) på den, og den bør ikke være over 2 år gammel.

I leverandørbrugsanvisningens punkt 2 er de farlige stoffer anført med ca. angivelse af mængden samt en fareklassificering.

Sidst i bilag B er vist en oversigt over de enkelte fareklasser indenfor klassificering. Der er også givet en forklaring på hvad R- og S-sætninger er.

Skal der søges yderligere oplysninger om et stof, er det godt at have et CAS-nummer. CAS står for Chemical Abstract Service, og CAS-nummeret er et entydigt løbenummer for et kemisk stof.

Hvis du har et kemisk navn eller i nogle tilfælde et salgsnavn på kemikaliet, kan du ofte finde hjælp på internettet, f.eks. på adressen <http://chemfinder.camsoft.com/>. Du kan bl.a. finde oplysninger om egenskaber, grænseværdier og andet.

Man kan også anvende håndbogen Hawley's Condensed Chemical Dictionary til at finde CAS-numre, forklaring på forkortelser og meget andet.

Eksempel B3.17: Hjælpestoffer

<i>Slipmiddel</i>	
Består af	60-100% råoliedestillater, mærket: Xn, R65
<i>Smøremiddel</i>	
Består af	60-100% råoliedestillater, mærket: Xn, R65
<i>Blegemiddel</i>	
Består af	50% hydrogenperoxid, mærket: C, R34
<i>Afkalkningsmiddel</i>	
Består af	30% eddikesyre, mærket: C, R34
<i>Opvaskemiddel</i>	
Ikke mærkningspligtigt	

3.1.3.2. Vurdering af kemikalier

Du bør samle oplysningerne om alle de kemiske stoffer, der indgår i produktets livsforløb i et skema som vist i tabel 3.2

*Tabel 3.2
Vurdering af
kemikalier.*

Stof			Vurdering		
Navn	Cas-nr	Anvendelse	Klassificering	Effektlisten	Listen over uønskede stoffer

Udfyld de første 4 kolonner i skemaet med de oplysninger, som du har.

”Effektlisten” er en liste på omkring 1400 stoffer udarbejdet af Miljøstyrelsen. Stoffer på denne liste anses for særligt betænkelige på grund af deres miljø- og sundhedsmæssige egenskaber.

”Listen over uønskede stoffer” omfatter medio år 2000 ca. 60 stoffer. Stofferne er medtaget på listen, dels fordi der bruges meget af dem og dels fordi Miljøstyrelsen anser dem for særligt betænkelige.

”Listen over farlige stoffer” omfatter et meget stort antal stoffer, som er blevet vurderet af EU med hensyn til miljø- og sundhedsfare. Man betegner disse stoffer som klassificerede stoffer. Listen over farlige stoffer er en eksempelliste, men rummer mange stoffer, der almindeligt anvendes.

Slå op i disse lister og kontrollér, om nogle af stofferne fra din tabel er medtaget. Findes et stof på en af listerne sættes et kryds i tabellen under kolonnerne med overskriften Effektlister og/eller Listen over uønskede stoffer. Findes stoffet i listen over farlige stoffer angives stoffets klassificering, i kolonnen med denne overskrift.

De ovennævnte lister tager ikke hensyn til kemiske stoffer, som nedbryder ozonlaget, fordi disse stoffer i høj grad allerede er forbudt i DK. Men hvis du f.eks. har at gøre med et køleanlæg, ildslukkere eller opskummet isolation, skal du være opmærksom på om stofferne er ozonnedbrydende. Det kan du slå op i bilag B, tabel B.7.

Eksempel B3.18: Hjælpekema til vurdering af kemikalier anvendt i kaffemaskinen					
Stof			Vurdering		
Navn	Cas-nr	Anvendelse	Klassificering	Effektlister	Listen over uønskede stoffer
Råolie-destillater	64742-47-8	Slipmiddel	R65		X
Råolie-destillater	64742-47-8	Smøremiddel	R 65		X
Hydrogenperoxid	7722-84-1	Blegemiddel	C, R 34		
Eddikesyre	64-19-7	Afkalkningsmiddel	C, R 34		

3.1.4 Andet

Under rubrikken “andet” skal noteres de forhold, der er vigtige for miljøet, og som ikke er kommet med under materialer, energi eller kemikalier.

Relevante forhold kan være arbejdsmiljøforhold eller specielle forhold omkring støj eller lugt, som ikke er kommet med under de andre rubrikker.

Du bør ligeledes tænke igennem, om der kan være andre forhold, der hører under det ydre miljø. Det kan f.eks. være ændring eller beslaglæggelse af store arealer ved råstofudvinding eller deponering af affald. Indgår energi fra vandkraft i udvindingen af råstoffer kan ændring af store arealer ved opdæmning være relevant.

Eksempel B3.19: Øvrige forhold (eksempler)

Materialer:

Her kan det dreje sig om arbejdsmiljøforhold ved udvinding og forarbejdning af metallerne. Det kan ligeledes være relevant at se nærmere på kaffeproduktionen.

Produktionen:

Under fremstilling af kaffemaskinen støbes f.eks. polystyren. Dette kan give arbejdsmiljøproblemer. Visse arbejdsprocesser kan give anledning til støj.

Brug:

Ved afkalkningen af kaffemaskinen anvendes eddikesyre. Opvarmning af eddikesyre giver anledning til en stærk lugt.

Bortskaffelse:

Sortering af affald giver ofte anledning til arbejdsmiljøproblemer. Shredding af metalholdige produkter giver anledning til støj.

Transport:

Særlige forhold ved for eksempel transport af farlige stoffer.

3.2 Fortolkning af MEKA-skemaet

3.2.1 MEKA-skemaet

Start med at få opstillet et helt MEKA-skema med alle informationerne som beskrevet i forrige afsnit, hvis du ikke allerede har gjort det.

Består din miljøvurdering af flere produkter, bør skemaerne se så ens ud som muligt. Tilhørende hjælpeskemaer er vigtige at gemme til en eventuel uddybende vurdering.

Det er vigtigt, at du diskuterer dine resultater med en anden person, - gerne en uden for virksomheden. Det kan f.eks. være én fra en virksomhed, som I samarbejder med, en netværksgruppe, en anden virksomhed i koncernen eller lignende. Denne person skal have kendskab til det/de aktuelle produkter og have et vist kendskab til miljøvurderinger. Diskussionen skal sikre, at du har fået det, der er væsentligt, med.

3.2. FORTOLKNING AF MEKA-SKEMAET

Eksempel B3.20: MEKA-skema for kaffemaskinen					
Et samlet MEKA-skema for kaffemaskinen ser ud som nedenfor:					
	Materiale-fase	Produktions-fase	Brugs-fase	Bortskaffelses-fase	Transport-fase
Materi-aler Mæng-der	PS: 1,12 kg PVC: 0,02 kg Glas: 0,34 kg Pap: 0,39 kg Aluminium: 0,11kg Kobber: 0,02 kg Stål: 0,3 kg	Slipmiddel Smøre-middel	Papir: 7,3 kg Kaffe: 290 kg Vand: 3690 kg		
Res-source-forbrug	Råolie: 0,022 mPR Naturgas: 0,022 mPR Al :0,17 mPR Cu: 0,33 mPR Fe: 0,0024mPR Mn: 0,015 mPR			Fe: -0,012 mPR Mn: -0,008 mPR	
Energi Primær	154 MJ	96 MJ	9.656 MJ	-4.541 MJ	2.968 MJ
mPR (råolie)	0,15 mPR	0,09 mPR	9,42 mPR	-4,43 mPR	2,90 mPR
Kemi-kalier	Fluorider ved fremstilling af aluminium. Tungmetaller ved fremstilling af kobber. Vinylchloridmonomer ved PVC-fremstilling.	Råoliedestillater (uønskede ?) Hydrogenperoxid (C, R34)	Eddikesyre (C, R34)		
Andet	Udvinding af metaller, arbejdsmiljø	Sprøjtetøbning af PS, afdampning	Afkalkning, lugt af eddike-syre	Kendes ikke	Ingen bemærkninger

3.2.2 Fortolkning af materialer

I vurderingen af ressourcer, opgjort i mPR, er der taget hensyn til om materialerne, der indgår i produktet, er fremstillet ud fra sparsomme eller rigelige ressourcer. Vurderingen kan derfor direkte bruges til en miljømæssig sammenligning.

Husk at der i vurderingen kun er medtaget ikke fornyelige ressourcer, som f.eks. metaller og plast. I omregningen til mPR er der kun taget hensyn til kendte reserver, og beregningen af mPR er således behæftet med en vis usikkerhed.

Alle materialeforbrug i denne indledende miljøvurdering er opgjort som nye ressourcer. Det giver en konservativ vurdering, hvis der for det aktuelle produkt er mulighed for at anvende genvundne materialer. F.eks. er det vigtigt at anvende nyt aluminium, hvis man i produktet ønsker at udnytte aluminiums ledende egenskaber, mens det til f.eks. kaffemaskinen godt kan være genvundet aluminium.

Forekommer der affald i MEKA-skemaet, bør du være opmærksom på, at forskellige kategorier af affald ikke umiddelbart kan sammenlignes.

Du kan sammenligne belastningen i mPR mellem de enkelte livscyklusfaser i et produkts livsforløb.

Du vil også være i stand til at sammenligne belastningen opgjort i mPR for samme livscyklustrin for 2 eller flere produkter.

I sammenligningen bør du tage hensyn til eventuelle bemærkninger i rubrikken "andet", der har med materialeopgørelsen at gøre.

Husk at tage højde for manglende data og usikkerheder. Hvis væsentlige materialer, der indgår i produktet, ikke er anført i bilag B.1, må du søge hjælp til at få gennemført beregningen. Du kan f.eks. kontakte videntcentre, der arbejder med LCA.

Et ressourceforbrug bør være 50% større end et andet, før du kan konkludere, at der er en betydelig forskel.

Eksempel B3.21: Materialeforbruget for kaffemaskinen

Det ses af MEKA-skemaet at materialefasen og brugsfasen er de væsentligste.

I mængdeopgørelsen fremgår det at der bruges de største mængder til brugsfasen (kaffe og vand).

Af den vægtede opgørelse fremgår det at materialefasen er den miljømæssigt mest belastende. Forbruget af kobber og aluminium er her det væsentligste.

3.2.3 Fortolkning af energiopgørelsen

Energiforbruget er opgjort i procesenergi og energiindhold i materialer.

Du kan vælge at se på energiforbruget opgjort i MJ, eller du kan se på forbruget af energiresourcer opgjort i mPR.

Du kan for eksempel opstille energibalancer opgjort i MJ for to produkter og sammenligne disse.

Opgørelsen af energiresourcer i mPR kan bruges til at sammenligne med de øvrige ressourceforbrug under "Materialer".

Husk at tage højde for manglende data og usikkerheder. Hvis væsentlige materialer eller processer, der indgår i produktets livsforløb ikke er anført i bilag B.2 – B.5 må du søge hjælp til at få gennemført beregningerne. Du kan f.eks. kontakte videncentre, der arbejder med LCA.

Et energiforbrug bør være 50% større end et andet, før du kan konkludere, at der er en betydelig forskel.

Husk at det primære energiforbrug er omregnet til forbrug af olie. Dette er en meget konservativ vurdering. Energi kan fremstilles ud fra andre mindre miljøbelastende råstoffer.

Energiforbruget i mPR olie siger dog noget om det ressourceforbrug der er, og kan derfor sammenlignes med de ressourceforbrug, der er beregnet under Materialer.

Eksempel B3.22: Energiforbruget for kaffemaskinen

I MEKA-skemaet for kaffemaskinen ses, at energiforbruget i produktionsfasen (96 MJ) ligger på niveau med forbruget i materialefasen (154 MJ). Energiforbruget til brugsfasen er det største (9.656 MJ), men en stor del genvindes ved affaldsforbrænding (4.541 MJ). Det store energiforbrug kan primært henføres til kaffe og maskinens el-forbrug.

Energiforbruget til transport (2.968 MJ) er meget stort i forhold til materiale- og produktionsfasen. Da energiforbruget til transport almindeligvis er olie, ligger der ikke her nogen væsentlig overvurdering af ressourceforbruget.

Sammenlignes energiforbruget opgjort som ressourcer er det væsentligt større end ressourceforbruget til materialer.

3.2.4 Fortolkning af kemikalieopførelsen

Til denne fortolkning bør du ud over MEKA-skemaet også bruge dit hjælpeskema som vist i tabel 3.2.

3.2.4.1 *Kemikalielister*

Hvis et stof er på Listen over uønskede stoffer, er det et klart signal om, at dette stof miljømæssigt og/eller arbejdsmiljømæssigt har problematiske egenskaber. Det kan forventes, at stoffet vil blive forbudt eller kraftigt reguleret på kortere eller længere sigt.

Hvis et stof er opført på Effektlisten er, det et signal om, at dette stof miljømæssigt eller arbejdsmiljømæssigt har uønskede egenskaber. Der er mulighed for, at stoffet vil blive reguleret i den nærmeste fremtid.

Listen over farlige stoffer er en eksempelliste. Den omfatter således en lang række stoffer, der primært er vurderet ud fra stoffets sundhedsmæssige forhold. For enkelte stoffer er der en vurdering af de miljømæssige forhold.

Findes et stof ikke på listen over farlige stoffer, kan du ikke konkludere at stoffet er uden betydning. Det eneste, som du kan konkludere, er, at du ikke ved noget om stoffets egenskaber.

3.2.4.2 *En første sortering*

De tre lister kan du bruge til en første sortering af den miljø og arbejdsmiljømæssige betydning af de stoffer, der indgår i livsforløbet. Nedenfor er angivet en måde, hvorved du kan sortere dine stoffer i type 1, 2 og 3 stoffer.

Type 1: Yderst problematiske stoffer

Stoffer optaget på listen over uønskede stoffer samt effektlisten. Ozonnedbrydende stoffer jf. bilag B, tabel B.7.

Type 2: Problematiske stoffer

Stoffer, der er optaget på listen over farlige stoffer af grunde ud over, at de er brand- eller eksplosionsfarlige.
Stoffer, som du ikke har oplysninger om.

Type 3: Mindre problematiske stoffer

Stoffer, som alene er optaget på listen over farlige stoffer, fordi de er brand- eller eksplosionsfarlige.
Stoffer som er meget lidt miljøbelastende.

Eksempel B3.23: Første sortering af kemikalier til kaffemaskinen.

Hjælpesofferne til kaffemaskinen er anført i B3.17. En første sortering for disse stoffer er:

Eddikesyre	Problematiske stof
Råoliedestillat	Yderst problematisk stof
Hydrogenperoxid	Problematiske stof

I tabel 3.3 er vist nogle eksempler på vurdering af kemikalier. Som det fremgår betegnes stofferne cadmium og chrom som yderst problematiske, da de er giftige og anført på både Effektlisten og Listen over uønskede stoffer. Xylen og 2-propanol er mindre miljøbelastende end de to metaller, hvilket kan ses af klassificeringen og typen.

*Tabel 3.3
Eksempler på
vurdering af
kemikalier*

Navn	Cadmium (eks. Cadmium- chlorid)	Chrom(VI) (eks. Chrom- trioxid)	Xylen	2-propanol
CAS-nr	10108-64-2	1333-82-0	106-42-3	67-63-0
Klassificering	T, R45-48/23/25	O,T,C, N R49-8-25- 35-43-50/53	Xn, R10- 20/21-38	F, R11
Effektlisten	X	X		
Listen over uønskede stoffer	X	X		
Type	Yderst pro- blematisk stof	Yderst pro- blematisk stof	Problema- tisk stof	Mindre pro- blematisk- stof

Hvor mange stoffer du vælger at vurdere yderligere afhænger af for-
målet med din opgave, mængden af de enkelte stoffer og hvor mange
stoffer, der indgår. Begynd med at medtage de vigtigste og supplér
eventuelt senere med flere.

3.2.4.3 Påvirkning af mennesker og miljø

Som en hjælp til at fortolke betydningen af kemikalierne kan du
eventuelt lave en yderligere vurdering af, hvad der sker med kemika-
liet under og efter brug, dvs. hvilke muligheder der er, for at menne-
sker og/eller miljø bliver udsat for kemikaliet. Selvom du ikke opgør
mængder af kemikalierne kan resultatet godt indikere, hvor der kan
være problemer med kemikalierne.

Hvis der anvendes flere kemikalier eller hjælpestoffer i et produkts
livsforløb eller der anvendes store mængder, er det vigtigt at gøre sig
klart, hvordan de kan påvirke omgivelserne.

Under brugen kan der være problematiske arbejdsmiljøforhold. I andre sammenhænge vil påvirkningen af mennesker være minimal.

En del hjælpestoffer vil følge med produktet som f.eks. maling. Andre vil efter brug blive betegnet som affald som f.eks. kasseret valselolie og andre igen vil blive ledt ud med virksomhedens spildevand som f.eks. alkaliske affedtningsmidler.

Stof:			
Følger stoffet med produktet (ja/nej)			
Type:			
Påvirkning af omgivelserne			
Arbejdsmiljø	Luft	Vand	Affald

*Figur 3.2
Skema til
bedømmelse af et
stofs påvirkning.*

Brug et skema som vist i figur 3.2 for hvert kemikalie eller hjælpestof, du vælger at vurdere nærmere. Anfør i skemaets første linie stoffets navn.

Du skal foretage en vurdering af, om kemikaliet følger med produktet i dets videre livsforløb og dermed eventuelt kan give problemer i bortskaffelsesfasen. Anfør et 'ja' eller 'nej' i skemaets 2 linie.

Anfør dernæst hvilken type du har vurderet stoffet at tilhøre (yderst problematisk, problematisk eller mindre problematisk).

Hvis du skønner, at der er en påvirkning af arbejdsmiljøet, sætter du et X under arbejdsmiljø. Kender du ikke påvirkningen, skal du sætte et spørgsmålstegn.

De tre andre rubrikker mærket luft, vand og affald bruges til at vurdere, hvordan stoffet kommer ud i miljøet. Du sætter kryds der, hvor du skønner, at stoffet udledes, og ved du ikke noget, sætter du et

spørgsmålstegn. Ved du, at stoffet ikke udledes til luft, sættes et minus. Du har nu sammenkædet din sortering i type 1, 2 og 3 og din viden om stoffets skæbne.

De stoffer, som er yderst problematiske eller problematiske og som samtidig udledes, udgør den største potentielle miljøbelastning og bør vurderes nærmere. Stoffer, som er mindre problematiske og som ikke udledes, udgør derimod kun en mindre belastning for miljøet.

Eksempel B3.24: Vurdering af udledning af et stof			
Stof:	Naphtha, hydrogenbehandlet let		
Følger stoffet med produktet (ja/nej)?	Ja		
Type	Yderst problematisk stof		
Påvirkning af omgivelserne			
Arbejdsmiljø	Luft	Vand	Affald
X	X	÷	÷

I kapitel 5 præsenteres den semikvantitative UMIP screeningsmetode, som du kan benytte til at prioritere, hvilke stoffer, som bør vurderes nærmere.

Som en grov fortolkning af kemikaliernes betydning i forhold til energiproduktion kan følgende forhold for miljøbelastningen benyttes. For nogle af de mest giftige af de yderst problematiske svarer miljøbelastningen fra udledningen af 1 gram til miljøet til den samlede miljøbelastning ved produktion af 1000 – 10.000 MJ elektricitet

produceret i Danmark. De mindre farlige men stadig yderst problematiske stoffer svarer til produktion af ca. 10-100 MJ dansk el, mens de problematiske svarer til 1-10 MJ og de mindre problematiske svarer til produktion af mindre end 1 MJ dansk el.

Du bør under alle omstændigheder prioritere de stoffer, du har sat under type 1 og dem under type 2, der indgår i store mængder. For disse bør du gå videre med en egentlig kemikalievurdering, se kapitel 5.

3.2.5 Andet

Under dette punkt kan du have anført en række forskellige forhold, som der ikke kan gives konkrete anvisninger for.

Forhold i relation til arbejdsmiljø kan være støj eller ensidigt gentaget arbejde i forbindelse med produktionen. Det kan være allergi-problemer ved anvendelse af et produkt, der indeholder nikkel eller afgivelse af opløsningsmidler ved anvendelse af visse malinger. Det kan også være ergonomiske problemer ved anvendelse af dårligt designede stole.

Af øvrige forhold kan nævnes anvendelse af store arealer til fremstilling af vegetabiliske olier eller andre lignende produkter. Energiproduktion baseret på vandkraft kræver ligeledes store arealer.

Fælles for de nævnte forhold er, at de meget vanskeligt kan måles. Du må nøjes med at inddrage disse forhold på en kvalitativ form.

Mener du, at de anførte forhold har betydning for den samlede vurdering eller er du i tvivl, bør du kontakte en ekspert for at indhente råd og vejledning i, hvordan du går videre. Se afsnit 3.4.

3.3 Fik du svar på det, du spurgte om?

Du skal nu til at undersøge, om MEKA-skemaet for dit eller dine produkter giver dig svar på de spørgsmål, som du stillede, da du opstillede formålet for miljøvurderingen.

Først bør du gennemgå MEKA-skemaet for at se, om der er nogle ting, som du har glemt. Er dette tilfældet, skal du gå tilbage og supplere skemaerne.

Det er en god idé altid at gennemgå dit arbejde med en anden person og forklare de forskellige antagelser og forudsætninger, som du har opstillet. Er der ikke en person på virksomheden med relevante kvalifikationer, må du rådføre dig med en ekstern person.

Fortolkningen af dine resultater og den samlede vurdering i forhold til formålet med arbejdet afhænger af, hvordan din vurdering skal bruges. Det er derfor vigtigt at sammenholde formålet med den usikkerhed, der er i MEKA-skemaet.

Er formålet, at dit arbejde skal anvendes internt på virksomheden i forbindelse med produktudvikling, vil kravet til dokumentation være relativt beskedent.

Eksempel B3.25: Sammenligning af mål og resultater

Er formålet med miljøvurderingen af kaffemaskinen at vurdere de materialer, den fremstilles af, kan MEKA-skemaet give et godt fingerpeg om, hvor de største råstofforbrug er. Det ses her at forbruget af aluminium og kobber er de væsentligste. Det skal dog tilføjes at det relativt store energiforbrug medfører et meget større forbrug af energiresourcer (råolie).

Ved brug af bilag B, tabel 1 kan du se hvilke materialer, der vurderes som mindre ressourceforbrugende.

Ønsker du, at en sammenligning mellem 2 produkter skal bruges i markedsføring, vil en grundig dokumentation være afgørende.

En miljøvurdering gennemført ved hjælp af et MEKA-skema vil normalt ikke være tilstrækkelig dokumentation, hvis resultaterne skal bruges eksternt. Det vil ligeledes være vigtigt, at en ekspert uden for virksomheden har gennemgået materialet.

3.3.1 Uafklarede spørgsmål

Har du mange uafklarede spørgsmål eller er der noget du synes som mangler, må du afgøre, hvilken slags oplysninger du yderligere skal bruge.

Det er vigtigt at skelne mellem forhold, der skyldes:

- Forudsætningerne
- Usikkerhed på data
- Datamangel

3.3.1.1 Forudsætninger

Drejer de uafklarede spørgsmål sig om produktet og dets afgrænsning, må du gennemgå de forudsætninger du tidligere har sat op. Måske mangler der nogle.

Det kan f.eks. være oplysninger om den mest almindelige bortskaffelsesform for produktet. Kender du den ikke men ved, at der er to muligheder, må du overveje dem begge og opstille et MEKA-skema for begge muligheder for at vurdere, om forskellen betyder noget.

I andre sammenhænge kan du stå over for flere muligheder, og så må du prøve at opstille antagelser og se hvad, de betyder ved at opstille MEKA-skemaer, - et for hver mulighed.

3.3.1.2 *Usikkerhed på data*

For at kunne vurdere og sammenligne dine resultater er det vigtigt, at du foretager en vurdering af usikkerheden på dine opgørelser. Der er to typer af usikkerheder, der er vigtige.

Den ene kan henføres til måleusikkerhed og vil typisk optræde ved opgørelse af forbrug af et kemikalie eller et energiforbrug. Kender du usikkerheden eller kan du vurdere den, anvendes disse tal. Har du ikke kendskab til usikkerheden, bør du for målte størrelser regne med en usikkerhed på 25 % og for andre værdier på 50%.

Den anden type usikkerhed kan henføres til typen af de data, det har været muligt for dig at fremskaffe. Har du i dine opgørelser anvendt erfaringstal eller på anden måde tal fra litteraturen, kan variationen i forhold til det aktuelle produkt være meget stor. Kan du ikke selv vurdere denne usikkerhed, bør du regne med en variation på 100%.

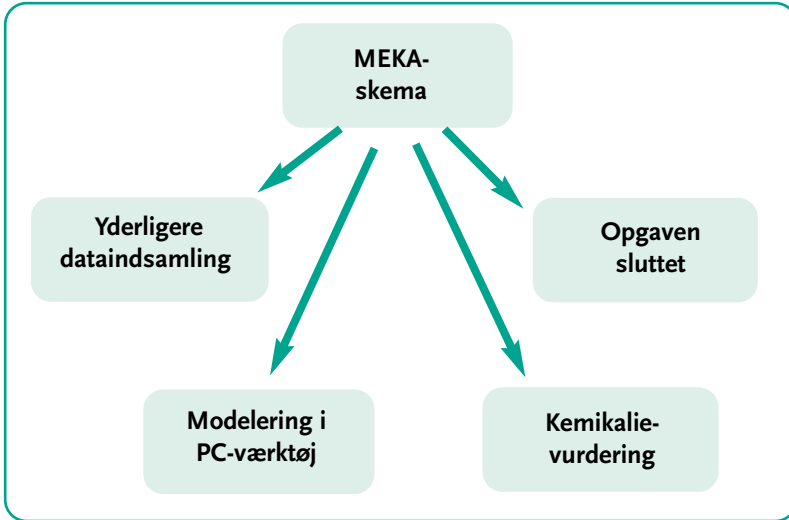
3.3.1.3 *Manglende data*

Har du vanskeligt ved at få oplysninger om alle de materialer, som produktet fremstilles af, eller mangler der andre oplysninger, må du forsøge at vurdere, hvad det betyder at undlade disse.

Det kan f.eks. dreje sig om plastmaterialer. De fleste plasttyper ligner hinanden. De fremstilles hovedsagelig af olie og gas med omtrentlig det samme energiforbrug og har nogenlunde det samme energiindhold. Her kan det anbefales i første omgang at se på den samlede mængde og fortage en gennemregning i MEKA-skemaet for at se, om det betyder noget. Er det af betydning, må du søge yderligere oplysninger, - se afsnit 3.4.

3.3.2 Hvordan går du videre?

Der er flere muligheder for at gå videre. De, der er beskrevet i håndbogen, er skitseret i figur 3.3.



*Figur 3.3
Efterfølgende
muligheder når
MEKA-skemaet
er udfyldt.*

Af andre vurderinger kan nævnes en arbejdsmiljøvurdering, eventuelt en arbejdspladsvurdering eller en risikovurdering med fokus på uheld og udslip til omgivelserne. Disse vil ikke blive yderligere omtalt.

Inden du træffer dit endelige valg, bør du rådføre dig med en anden person - gerne en udenfor virksomheden med erfaring indenfor området.

I det følgende er givet nogle anvisninger, som kan bruges som tommelfingerregler for valget af det videre forløb.

3.3.2.1 Opgaven afsluttet

Mener du, at MEKA-skemaet giver dig svar på dine spørgsmål med tilstrækkelig sikkerhed i forhold til formålet, er du færdig med opgaven.

Vær opmærksom på, at der i MEKA-skemaet ikke fokuseres på udgående strømme som emissioner og affald.

MEKA-skemaet er velegnet til at give en første indikation af de væsentligste forhold i livscyklus for et produkt. Det giver også et godt grundlag for at vælge mellem forskellige materialer i en produktudviklingssammenhæng eller til intern information på virksomheden.

Eksempel B3.26: Væsentlige forhold i livscyklus

For kaffemaskinen viser MEKA-skemaet med al tydelighed at energiforbruget er størst i brugsfasen, og at dette ressourcemæssigt betyder mere end materialefase.

MEKA-skemaet viser endvidere, at transporten (primært af kaffe) betyder meget for det samlede energiforbrug.

Med hensyn til de materialer, der anvendes til fremstilling af kaffemaskinen udgør aluminium og kobber den største miljøbelastning. Kan mængden af disse materialer minimeres vil miljøbelastningen også gå ned.

Har du fået det at vide, du ønskede, kan du gå til kapitel 6. Kapitlet rummer anvisninger på, hvordan du kan præsentere dit arbejde.

3.3.2.2 Yderligere data

Har din gennemgang vist dig at du mangler data til at beskrive systemet eller data vedrørende materialer og energi, bør du se i afsnit 3.4. Her er anvisninger på, hvorledes supplerende data findes.

Eksempel B3.27: Usikre data

Hvis formålet med opgaven er at dokumentere miljøbelastningen for kaffemaskinen i drift, er datagrundlaget for kaffefiltre, kaffebønner og udnyttelse af energitab til rumopvarmning estimeret på et meget spinkelt grundlag. Her bør der findes yderligere data!

Når du har fundet de data, du mangler, skal du føre dem ind i MEKA-skemaet og igen vurdere, om det er nødvendigt at gå videre med opgaven.

3.3.2.3 Modellering i PC-værktøj

Ønsker du, at din vurdering skal baseres på beregning af indgående og udgående strømme, bør du overveje at anvende et PC-værktøj.

Det kan ligeledes være relevant at foretage en modellering i PC-værktøjet, hvis du ønsker at overveje forskellige produktændringer. Her vil regnearbejdet kunne gennemføres mere rationelt.

Eksempel B3.28: Produktændringer og vurdering af emissioner

Ønsker du at overveje alternative materialer til fremstilling af kaffemaskinen, kan det være relevant at gennemføre en modellering. Kobber og aluminium kan muligvis erstattes med andre metaller eller mindre mængder. Ved et vælg et andet design eller produktionsform er det måske også muligt at adskille materialerne og oparbejde metallerne.

MEKA-skemaet viste, at der er et betragteligt energiforbrug ved anvendelse af kaffemaskinen. Af de ca. 10.000 MJ går halvdelen til kaffefiltre og halvdelen til el-forbruget. Ønskes en vurdering af de emissioner og affaldsmængder, der fremkommer herved, er en modellering ligeledes relevant.

Har MEKA-skemaet vist, at en række kemikalier og hjælpestoffer har betydning, bør du gennemføre en kemikalievurdering og så senere overveje at gå videre med PC-værktøjet.

Læs kapitel 4 inden du går i gang. Her vil du blive gjort opmærksom på en række forhold, som du skal overveje, inden du træffer dit endelig valg.

3.3.2.4 Kemikalievurdering

Har du ved at følge anvisningerne i afsnit 3.3.1.3 fundet ud af, at kemikalier og hjælpestoffer betyder meget i din miljøvurdering, bør du gennemføre en egentlig kemikalievurdering.

Eksempel B3.29: Produkter, hvor en kemikalievurdering, er vigtig

- Rengøringsmidler
- Bekæmpelsesmidler
- Malinger og lakker
- Farvestoffer

Fælles for disse produkter er, at de består af en række kemiske stoffer, og at store dele af produktet ledes ud til miljøet i brugsfasen.

Det er vanskeligt at give konkrete anvisninger for, hvornår det er relevant at udføre en kemikalievurdering i stedet for en detaljeret LCA eller som supplement til en detaljeret LCA. Den vigtigste parameter for dette valg er, om kemikalierne i produktet kan forventes at udgøre en væsentligt miljø- og sundhedsmæssig belastning i forhold til råstofferne i selve produktet.

Som tommelfingerregel bør kemiske produkter vurderes ved en kemikalievurdering, da det ofte er en stor del af disse der udledes til miljøet (eksempler: maling, bilplejemidler, husholdningskemikalier)

Læs kapitel 5 inden du går i gang. En kemikalievurdering kan være meget vigtig, men også vanskelig at gennemføre. Du bør overveje at få udført hele kemikalievurderingen eller dele af den af konsulenter/videncentre.

Efter en kemikalievurdering kan du overveje at gå videre med PC-værktøjet. Det anbefales at du kontakter et videncentre, der arbejder med LCA for at afklare dette nærmere.

3.4 Find yderligere data

Du vil næsten altid have brug for at søge yderligere data for at supplere dem, som du allerede har fundet.

I forbindelse med udbygning af MEKA-skemaet vil det være mest relevant at søge yderligere oplysninger hos leverandøren af de materialer og hjælpestoffer, der bruges.

Er leverandøren selv producent, vil du kunne få gode oplysninger om et materiale eller et hjælpestofs bestanddele. Er leverandøren forhandler eller importør, er det muligt, at du må henvende dig til den egentlige producent.

- For metaller er det væsentligt at få oplyst hovedmaterialet og eventuelle tilsætninger.
- For plastmaterialer er det væsentligt at få oplyst hovedbestanddelen, fyldstoffer og andre tilsætningsstoffer samt rester af tungmetaller og andre urenheder af betydning for miljøet.
- For fornyelige ressourcer, så som papir fremstillet af træ eller olie fremstillet af plantefrø, er det vigtigt at få oplyst hvilke stoffer og materialer, der indgår i fremstillingen. F.eks. anvendes der kemikalier som hjælpestof til papirproduktion, der udgør mere end 20% af det færdige papirs vægt.
- Generelt for kemikalier er en dansk arbejdshygiejnisk leverandørbrugsanvisning den bedste dokumentation, som du kan kræve fra en producent eller importør.
- Mangler du oplysninger i forbindelse med råvarefasen, som f.eks. fremstilling af et metal eller fremstilling af et specielt plastmateriale må du henvende dig til et videncenter, hvor eksperter kan kontaktes.

- Oplysninger om energiforhold, energiforbrug eller energiindhold i materialer kan søges på Internettet, - men også her vil det i mange tilfælde være nødvendigt at søge hjælp hos et videncenter.
- Mangler du omregningfaktorer til beregning af mPR må du henvende dig til et videncenter, der har erfaring med at opstille sådanne faktorer.

Generelt kan informationer søges på Internettet, men her vil de data, du kan finde, som regel ikke være givet, så de egner sig til formålet.

På Miljøstyrelsens hjemmeside kan du søge efter rapporter og projekter, der omhandler livscyklusvurderinger af et eller flere produkter. Er der gennemført projekter, som omhandler din produkttype, kan du få relevant information. Nogle projektrapporter er lagt på internettet (<http://www.mst.dk>) mens andre kan bestilles i Miljøbutikken.

4. Lav en miljøvurdering i et PC-værktøj

Ved at udfylde MEKA-skemaet har du nu opstillet en model på papirform for miljøvurderingen af dit produkt.

Materiale- og energiforbrug, affald samt udledninger til luft og vand for produktet kan omsættes til miljøeffekter ved at opstille en model i et PC-baseret værktøj.

Dette kapitel vil tage udgangspunkt i Miljøstyrelsens PC-værktøj, UMIP PC-værktøj (betaversion 2.11, 1998), som er opbygget på baggrund af UMIP-metoden [Wenzel et al., 1996].

4.1 Fordele ved PC-værktøjet

Det kan have visse fordele at modellere sin miljøvurdering i et PC-værktøj, nemlig at

- modellen bygges systematisk op
- der er mulighed for at trække data fra en database, hvilket gør kravet til mængden af data, der skal indsamles, mindre
- affald og emissioner til luft og vand medtages i opgørelsen af miljøeffekterne
- det er lettere at udføre justeringer senere, såfremt der kommer nye mere detaljerede oplysninger om de ind- og udgående strømme eller hvis f.eks. et hjælpestof erstattes med et andet
- ændringer kan let indføres, hvilket betyder, at den forventede miljøeffekt fra en fremtidig ændring kan ses og derved sammenlignes med det "gamle" produkt

Men husk at brugen af et hvilket som helst PC-værktøj altid vil kræve en del ressourcer, i form af oplæring i brug af programmet, PC-kapacitet og udgifter til indkøb af licens til det valgte værktøj – her varierer priserne meget fra værktøj til værktøj.

4.2 Før du går i gang

Har du besluttet at modellere produktet i et PC-værktøj, er MEKA-skemaet et godt udgangspunkt. Du har allerede der fundet nogle af de områder, som vil have betydning for produktets miljøbelastning. Du kan vælge at modellere hele livsforløbet eller dele af det. Modelleres hele livsforløbet ikke, er det vigtigt, at sikre sig, at de miljømæssigt set væsentligste områder er blevet udpeget i MEKA-skemaet. Det vil typisk være ved sammenligning af to produkter, som er meget ens, at man vælger at modellere de dele af deres livsforløb, som er forskellige. Der er imidlertid nogle forhold, som du skal være opmærksom på, inden du går i gang.

4.2.1 Valg af PC-værktøj

Valg af PC-værktøj er ikke altid let, da der er mange værktøjer på markedet i dag. Det er imidlertid vigtigt at gøre sig klart hvad værktøjet skal kunne og hvilke data, der er vigtige at have, for at modelleringen gøres lettest muligt.

Dataindsamling kræver mange ressourcer og derfor vil en omfattende database kunne spare dig tid, hvis ikke du allerede har indsamlet alle de nødvendige data for produktet. Derudover er det også en god idé at bruge lidt tid på at finde ud af, hvad PC-værktøjet kræver af brugeren. Dermed får du en indikation af den tid, det kræver at blive i stand til at modellere i værktøjet. De mest udbredte PC-værktøjer i Danmark anno 2000 er:

- UMIP PC-værktøj (betaversion)
- Simapro

Til UMIP PC-værktøjet findes en manual, der trin for trin viser, hvordan du skal bruge værktøjet [Pedersen, M. A., 1998]. Manualen giver anvisninger på installation samt brug af beregningsprogrammet og databasen.

Til Simapro findes et sæt af manualer, der beskriver opbygningen og brugen af programmet, databasen samt programfunktionerne [PRé Consultants B.V.].

Hvis du vil vide mere om de PC-værktøjer, som findes på markedet i dag, henvises til artiklen "Results of a test of LCA-software with statistical functionality" [Weidema, B. P., 1997].

I det følgende er der anvisninger på modellering, fortolkning og andre forhold omkring anvendelse af PC-værktøjet.

4.2.2 Data

Datatypesen og -kvaliteten i databasen, der er tilknyttet PC-værktøjet, bør undersøges grundigt. Se på forhold som:

- alder
- usikkerhed
- gennemsigthed – kan du gennemskue hvordan tallene er fremkommet
- anvendt metode
- kilder – er der tale om data fra en bestemt proces eller er det gennemsnitstal.

Beslut på den baggrund, om databasen indeholder informationer, der dækker dit behov.

Du bør se på disse forhold, dels for at få et overblik over hvilke data, du mangler og dermed skal finde, og dels for at kunne bestemme usikkerheden på resultatet af miljøvurderingen.

4.2.2.1 Data for fremstilling af materialer eller for processer

Data for fremstilling af materialer eller for processer kan deles op i data for en bestemt proces målt på en virksomhed og generelle gennemsnitsdata. Jo flere data, som er direkte relateret til dit produkt, der kan fremskaffes jo bedre fordi det mindsker usikkerheden. Det

vil imidlertid som oftest være generelle data, der er i databasen til PC-værktøjet.

For fremstilling af materialer vil generelle data ofte være de eneste data, der er til at fremskaffe. Det kan også være svært at afgøre, hvor materialerne er fremstillet, hvis de købes hos en international forhandler, der har de samme produkter fra flere forskellige lande som f.eks. stålplader hvor råstålet som oftest er svært at spore tilbage til et sted.

Data for fremstillingsprocesser vil du i vid udstrækning kunne hente i din egen produktion. Anvendes databasen, vil det her ofte være data fra en bestemt proces hos en bestemt producent. I disse tilfælde må du vurdere, om dataene eller dele af dem kan anvendes på dit produkt.

Du skal være opmærksom på, at data for fremstillingsprocesser varierer meget fra virksomhed til virksomhed. Selv om du finder den proces, der skal bruges i databasen, kan variationen være stor.

Hvis du ikke kan finde data præcist for den proces, der skal bruges, kan du eventuelt anvende data for en tilsvarende proces. Sådanne estimater skal anvendes med varsomhed. F.eks. skal du være opmærksom på, at nogle emissioner eller affaldstyper kan være specielle, og energiforbruget kan være et andet. Data i databasen kan dog være et godt udgangspunkt for kvalificerede gæt.

Der kan være forskel fra virksomhed til virksomhed på den samme proces. Derfor bør man altid gå ind i de procesrelaterede data i databasen for at sikre sig, at hjælpe-materiale- og energiforbrug samt affald er nogenlunde i overensstemmelse med de stoffer, der anvendes i processerne knyttet til dit produkt.

4.2.2.2 Effektfaktorer

Data i form af effektfaktorer er nødvendige for at kunne beregne miljøbelastningen for et stof. Effektfaktoren er et udtryk for hvor meget de udledte stoffer bidrager til den pågældende miljøeffekt. Det er effektfaktoren, der benyttes ved karakteriseringen, se 1.3.4 i del A.

Effektfaktorer for en række stoffer er en del af databasen til PC-værktøjet. Inden du går i gang med modelleringen, bør du kontrollere, om databasen indeholder faktorer, der er relevante for de stoffer, der indgår i dit produkt.

Findes effektfaktorerne ikke i databasen, skal det vurderes, om stoffets miljøeffekt har betydning og dermed, om det er nødvendigt at beregne en effektfaktor for det pågældende stof.

Det anbefales at rådføre sig med en miljøekspert for at få vurderet vigtigheden af effektfaktoren for stoffet. Selve beregningen af effektfaktoren bør foretages af en ekspert.

Ud over effektfaktorer anvendes der i PC-værktøjet normaliserings- og vægtningsfaktorer. Disse faktorer anvendes til at omregne de opgjorte miljøeffekter ved karakteriseringen til normaliserede og vægtede opgørelser. Da metoden er baseret på en fortolkning af den vægtede opgørelse er det vigtigt at databasen også omfatter disse faktorer.

Du skal være opmærksom på, at der for nogle ressourcer ikke optræder vægtningsfaktorer i databasen. Vægtningsfaktoren er et udtryk for alvorligheden af den pågældende ressource eller miljøeffekt. Mangler en vægtningsfaktor vil det betyde, at din ressource ikke vil optræde med et forbrug i din vægtede miljøprofil.

4.2.2.3 Datakvalitet

Dataalderen har en betydning, særligt hvis der er tale om data for processer eller produkter, som har en kort levetid.

Husk derfor at være kritisk overfor data, der er ældre end 5-10 år. Tjek om der er sket væsentlige teknologiske fremskridt indenfor området eller om der geografisk er store forskelle på processen eller fremstillingen af produktet.

Det er vigtigt at sikre, at så mange som muligt af de data du skal bruge til din model er i databasen. Dels for at spare tid, men også for at gøre usikkerheder mindre i din miljøvurdering.

Når databasen undersøges for data skal du være opmærksom på, at kvaliteten og kvantiteten af data varierer fra værktøj til værktøj. Jo flere data, som er relateret til dit produkt, der er tilgængelige i databasen, jo hurtigere og jo mindre arbejdskrævende vil det være at modellere dit produkt i PC-værktøjet. Derved kan en del af dataindsamlingen undlades og du sparer tid på at lægge data ind i databasen.

4.2.3 Øvrige forhold

4.2.3.1 Udgående strømme

Inden den egentlige modellering påbegyndes, skal du have suppleret dit MEKA-skema med de væsentligste udgående strømme i form af emissioner til luft og vand samt affald, der er i forbindelse med dit produkts livsforløb. Det betyder, at ved modellering af f.eks. en kaffemaskine skal du have kaffegrums og de brugte kaffefiltre med som affald.

Findes et materiale, en proces eller en type energiforbrug i PC-værktøjet, vil der som regel automatisk blive medregnet affald og emissio-

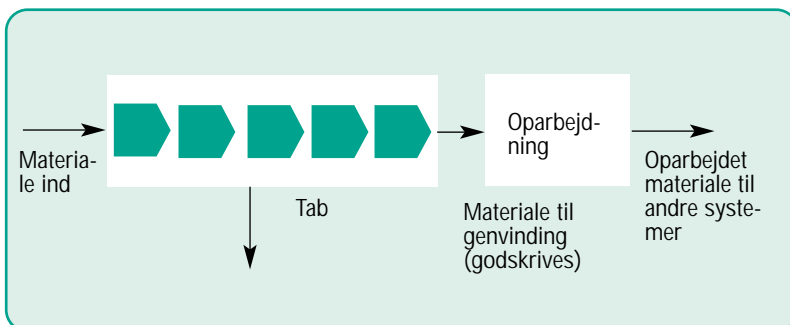
ner. Du bør kontrollere dette for alle de væsentligste materialer og processer, så du sikrer dig at udgående strømme tages med og kun tages med en gang.

Emissionerne fra energiforbruget (f.eks. CO₂, SO_x, NO_x) til kaffebrygningen i hele kaffemaskinens levetid skal også med under brugsfasen. Trækkes data fra databasen, vil du imidlertid automatisk få disse emissioner med.

4.2.3.2 Godskrivning

Godskrivning er den del i dit produktsystem, som du ikke miljømæssigt set skal "betale for". Godskrevne materialer eller energi skal derfor trækkes fra den samlede belastning. Du skal tage højde for godskrivningen i modelleringen ligesom i dit MEKA-skema. I kapitel 3 er der i eksempel B3.6 et eksempel på en forenklet måde at godskrive på.

Der skelnes mellem systemer (eller materialer), hvor der er materialegenvinding og systemer (eller materialer), hvor der er varmegenvinding.



Figur 4.1
System med
materialegenvin-
ding.

I figur 4.1 er illustreret et materialetab i løbet af produktets livsforløb. Det kan være i form af affald ved produktionen eller i form af ikke korrekt bortskaffelse af det kasserede produkt. Der er i tabel 2.2 (kapitel B.2.) givet nogle tommelfingerregler for bortskaffelseveje for materialer, som kan bruges, hvis de ikke er kendte.

Oparbejdningen er første trin af genvindingen af det kasserede produkt. Er der tale om oparbejdning af materialerne glas, plast og papir/pap vil der være et såkaldt lødighedstab. Dette tab er et udtryk for en forringelse i kvaliteten ved oparbejdning.

I tabel 4.1 er lødighedsfaktoren for forskellige materialer vist. Denne lødighedsfaktor skal ganges på mængden af det oparbejdede materiale. Derved får du den reelle mængde oparbejdet materiale, og det er den mængde, som godskrives. Godskrivningen modelleres i bortskaffelsesfasen.

*Tabel 4.1
Tab af egenskaber ved genbrug.*

Materiale	Faktor
Papir/pap	0,8
Glas	0,9
Metaller	1
Plast	0,8

Udover lødighedstabet skal du huske at medtage selve oparbejdningsprocessen i din modellering. Der er i bilag B, tabel 3 opgivet nogle data for procesenergi til oparbejdning, som kan bruges, hvis ikke du kender energiforbruget. Kendes energiforbruget til oparbejdning ikke, kan det anbefales at anvende 50 % af energimængden til fremstilling.

Mængderne af materiale, der sendes til genvinding tages enten fra det aktuelle produktsystem eller fra højre "kolonne" i tabel 2.5 (kapitel 2) under bortskaffelse.



*Figur 4.2
System uden
genvinding.*

Ved affaldsforbrænding af produkter (plast, papir etc.) udvikles energi. Denne energi kan anvendes til f.eks. opvarmning og skal derfor godskrives (trækkes fra) produktets samlede miljøbelastning. Vær derfor opmærksom på, at du i modelleringen får godskrevet denne energi. Godskrivningen modelleres også her i bortskaffelsesfasen.

Energigenvindingen beregnes som brændværdien gange mængden af forbrændt materiale. Mængden af forbrændt materiale tages enten fra det aktuelle produktsystem eller beregnes ud fra procentsatsen i tabel 2.2 (kapitel 2) under bortskaffelse.

For produkter bestående af flere materialer må brændværdien skønnes ud fra de materialer, der er mest af i produktet. For blandet dagrenovation kan brændværdien sættes til 15 MJ/kg.

Eksempel B4.1: Beregning af energi, der frigives, som varme ved forbrænding af plast

Ved forbrænding af 200 g polypropylen plast, udvikles der energi, som skal godskrives. Mængden af energi, som skal godskrives, beregnes således:

$$0,2 \text{ kg} \times 40 \text{ MJ/kg} = 8 \text{ MJ}$$

4.2.4 Modellering i PC-værktøjet

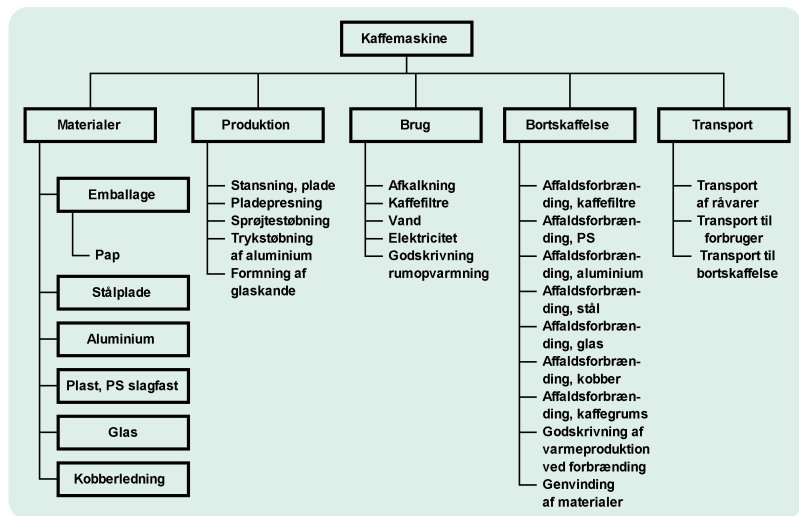
Endelig er der så selve modelleringen i PC-værktøjet tilbage. Det anbefales at tage udgangspunkt i det tidligere opstillede MEKA-ske-

ma. Det kan være en hjælp at opstille et flowdiagram på baggrund af MEKA-skemaet.

Et sådan diagram giver dig et større overblik over hvad der sker i de forskellige livscyklusfaser, - hvor de indgående strømme kommer fra og hvor de ender. Flowdiagrammet for en kaffemaskine er vist i figur 4.3.

Flowdiagrammet i figur 4.3 er en anden form for flowdiagram end det der er vist i figur 2.1. Formen i figur 4.3 er valgt, da det følger systematikken for modelleringen.

Figur 4.3
Flowdiagram for
en kaffemaskine.

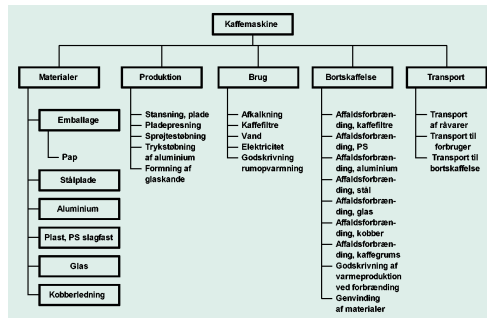


Ved modellering i UMIP PC-værktøj henvises til manualen for dette værktøj, der beskriver fremgangsmåden. Der er beskrevet hvad der skal tages højde for, hvordan du modellerer dit produkt, og hvordan du håndterer data for en bestemt proces målt på en virksomhed og lignende i værktøjet.

Det er en god idé at kvalitetssikre din model ved at lade andre læse og kommentere den, - helst allerede inden modelleringen i PC-værktøjet påbegyndes.

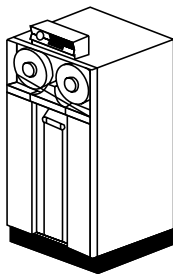
Figur 4.4 viser trinene i modelleringen. Først beskrives livsforløbet, som derefter modelleres, hvorefter PC-værktøjet beregner miljøeffekter og ressourceforbrug.

Modellering

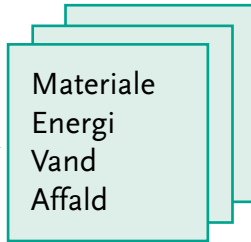


Figur 4.4 De forskellige trin i modelleringen.

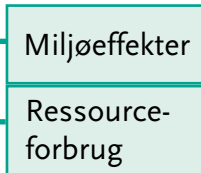
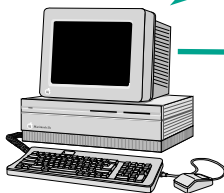
Opgørelse



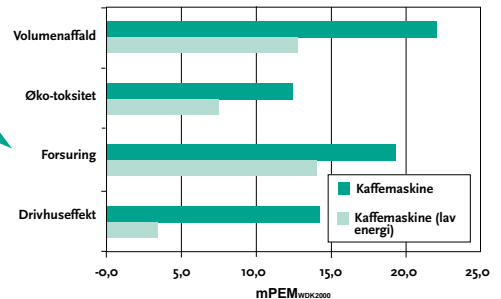
Database



Vurdering



Vægtning af miljøeffekter



Modellering i UMIP PC-værktøj er baseret på en hierarkisk opbygning af din model, som vist i eksempel B4.2. Eksemplet viser modellen for en kaffemaskine.

Eksempel B4.2: Hierarkisk opbygget model i UMIP PC-værktøj af en kaffemaskine.

De med * markerede processer var ikke i databasen, og er derfor blevet oprettet i forbindelse med modelleringen. Endvidere skal det bemærkes, at energiforbruget til kaffefilterproduktionen og til kaffeproduktionen er anslåede værdier og at opvaskemiddel i brugsfasen er udeladt.

1 stk. Kaffemaskine

1 stk.

Materialefase

1,12 kg Plast, PS
 0,02 kg Plast, PVC
 0,11 kg Aluminium (primær)
 0,3 kg Stålpåse (89% primær)
 0,34 kg Glas (primær)
 0,02 kg Kobberledning, 0-1 mm
 0,39 kg Emballage, Pap (genbrug)

1 stk.

Produktionsfase

0,2 m Stansning plade, 1-2 mm
 0,3 kg Pladepresning 1-2 mm
 1,14 kg Sprøjttestøbning 10 – 100 g PA
 0,11 kg Trykstøbning, Aluminium
 0,34 kg Formning af glaskande*
 1 kg naturgas v. fyring (1-50 MW)

1 stk.

Brugsfase

15 kg Eddikesyre
 540 kWh Dansk elproduktion
 1 stk. Godskrivning af rumopvarmning*
 -38,3 kg Gasolie ved fyring 1-20 MW pr. kg
 3650 kg Vandværksvand, Dansk
 7,3 kg Kaffefilterproduktion*
 1 kg Pap (84 % primær) pr. kg
 290 kg Kaffeproduktion*
 1,85 kWh Hele jordens elproduktion pr. kg

(Bortskaffelsesfasen samt transportfasen følger på næste side)

1 stk.

Bortskaffelsesfase

0,11 kg Affaldsforbrænding, Aluminium
 1,12 kg Affaldsforbrænding, PS
 1,12 kg Varmegenvinding ved forbrænding m. tab, PS*
 -0,867 kg Gasolie ved fyring 1-20 MW pr. kg
 0,02 kg Affaldsforbrænding, PVC
 0,02 kg Varmegenvinding ved forbrænding m. tab, PVC*
 -0,394 kg Gasolie ved fyring 1-20 MW pr. kg
 7,3 kg Affaldsforbrænding, kaffefiltre
 7,3 kg Varmegenvinding ved forbrænding m. tab, Pap*
 -0,329 kg Gasolie ved fyring 1-20 MW pr. kg
 290 kg Affaldsforbrænding, kaffegrums*
 290 kg Varmegenvinding ved forbrænding af kaffe
 grums m. tab*
 -0,44 kg Gasolie ved fyring 1-20 MW pr. kg
 0,39 kg Affaldsforbrænding, emballage, Pap
 0,39 kg Varmegenvinding ved forbrænding m. tab, Pap*
 -0,329 kg Gasolie ved fyring 1-20 MW pr. kg
 0,3 kg Affaldsforbrænding, Stål
 0,15 kg Oparbejdningsproces, Stål*
 -0,15 kg Genvinding 50% m. tab, Stål*
 0,17 kg Affaldsforbrænding 50%, Glas
 0,15 kg Oparbejdningsproces, Glas*
 -0,15 kg Genvinding 50% m. tab, Glas*
 0,02 kg Affaldsforbrænding, Kobber

1 stk.

Transportfase

2.900.000 kgkm skib (råmaterialer)
 11.900 kgkm skib (råmaterialer)
 230 kgkm lastbil (til forbruger)
 1.498 kgkm lastbil (til forbrænding)

Generelt vil fremgangsmåden selvfølgelig afhænge af valget af værktøj. Men også af den person, der modellerer – vi har jo alle en mening om, hvordan tingene gøres lettest. Det kan imidlertid anbefales, at de personer, som er involveret i modelleringen, bliver enige om, hvordan strukturen bør være. På den måde er det lettere for andre at læse og forstå din model.

Efter modellering og indlægning af evt. manglende, vigtige effektfaktorer i databasen, kan PC-værktøjet beregne ressourceforbrug og miljøeffekter. Det vil sige at PC-værktøjet foretager karakterisering, normalisering og vægtning.

4.3 Fortolk miljøvurderingen i PC-værktøjet

Modellering af dit produkt med PC-værktøjet resulterer i en række beregnede bidrag til forskellige miljøeffekter samt ressourceforbrug. Enheden for bidragene er opgivet i PE (personækvivalenter) og PR (personreserver) for henholdsvis miljøeffekter og ressourceforbrug.

I en vægtet opgørelse anvendes enhederne:

- 1 PEM svarer til det gennemsnitlige bidrag pr. år til en given miljøeffekt en person må have for ikke at overskride de politiske reduktionsmål for år 2000 i verden (W) og Danmark (DK).
- 1 PR svarer til det, der er til rådighed af den pågældende ressource for en person og dennes slægt i al fremtid.

Du skal være opmærksom på at ressourceforbruget i PC-værktøjet opgøres pr. år hvorimod den i MEKA-skemaet opgøres samlet for hele produktets levetid.

Man kan vælge at vise sine resultater som normaliserede eller vægtede ved hjælp af UMIP PC-værktøjet. Den forenkledte miljøvurderingsmetode i håndbogen er baseret på, at du vælger vægtningen. De vægtede resultater giver en vurdering af alvorligheden af de miljøeffekter og ressourceforbrug dit produkt bidrager til.

Skal du anvende resultaterne i en situation hvor vægtningsfaktorerne i det valgte PC-værktøj ikke umiddelbart anerkendes, kan du vælge at arbejde videre med de normaliserede resultater.

I UMIP PC-værktøjet er vægtningsfaktorerne baseret på dels den kendte forsyningshorisont for ikke fornyelige ressourcer og dels på dansk politik fastsatte reduktionsmål for en række miljøeffekter.

4.3.1 Årsagen til produktets miljøeffekt

I fortolkningen skal årsagen til de enkelte miljøeffekter identificeres og beskrives. Du bør først se på størrelsen af de enkelte effekter og vurderer hvad der er stort og småt. Derefter findes årsagen til de relativt "store" effekter.

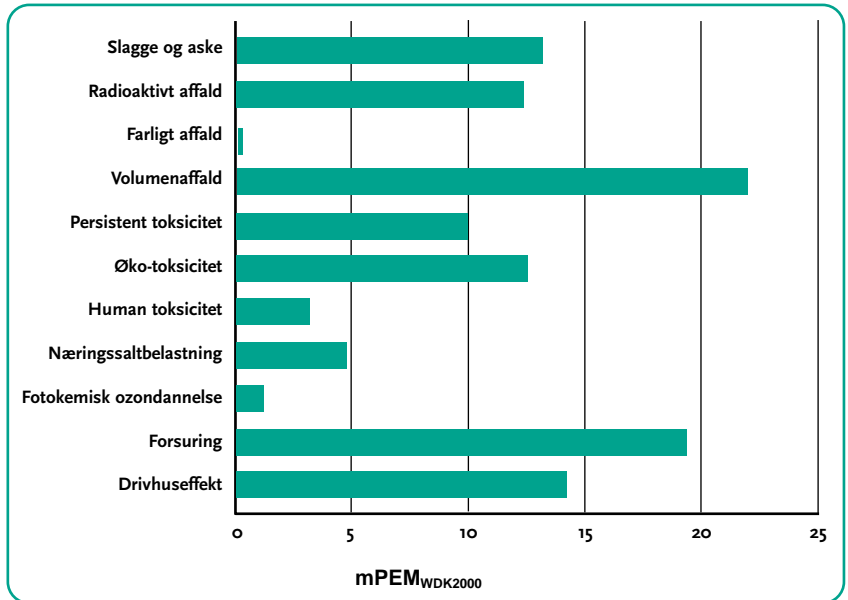
Typiske årsager og afledede miljøeffekter :

- Energiforbrug vil typisk være årsag til forsurening, drivhuseffekt, næringssaltbelastning og human toksicitet samt affaldstyper som slagge, aske og radioaktivt affald.
- Diverse materialeforbrug vil give et træk af ressourcer og visse affaldstyper.
- Kemikalieforbrug vil ofte forårsage miljøeffekter som toksicitet for mennesker og miljø samt fotokemisk dannelse af ozon.

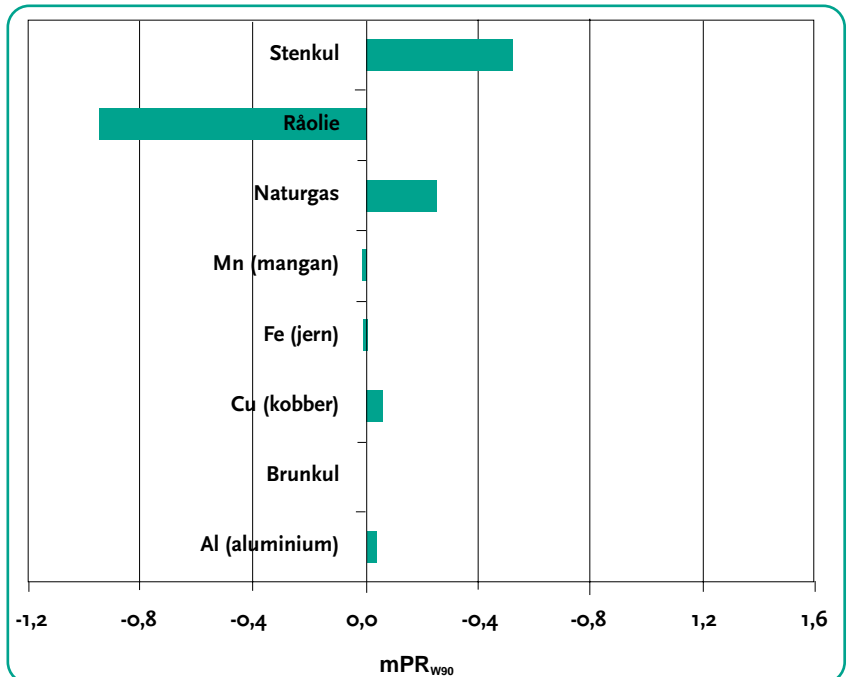
De vægtede ressourceforbrug og miljøeffektpotentialer for eksemplet med kaffemaskinen er beregnet i UMIP PC-værktøjet, og resultaterne er vist i figur 4.5-4.6.

Enheden mPEM står for millipersonækvivalenter, målsat. $mPEM_{WDK2000}$ betyder millipersonækvivalenter, målsat i verden og Danmark for år 2000. mPR_{W90} enheden betyder milipersonreserver fastsat i verden i forhold til referenceåret 1990.

Figur 4.5
Vægtede miljøeffektpotentialer pr. år for kaffemaskinen med en levetid på 5 år.



Figur 4.6
Vægtede ressourceforsøg pr. år for kaffemaskinen med en levetid på 5 år.



I figur 4.6 ses et stort forbrug af stenkul og naturgas. Dette indgår primært i fremstillingen af dansk el, som anvendes til fremstillingen af de kaffefiltre, der bruges ved kaffebrygning i brugsfasen samt den energi, der bruges direkte ved kaffebrygningen. Det negative råolieforbrug skyldes godskrivning af varme fra affaldsforbrænding i bortskaffelsesfasen.

I figur 4.6 ses ligeledes at en forholdsvis lille mængde kobber i ledningen til kaffemaskinen giver et større træk på ressourcensiden end aluminium, som der anvendes mere af. Dette skyldes, at kobber er en knap ressource og derfor er vægtet højere end aluminium. Kobber giver primært et bidrag til økotoksicitet (se figur 4.5), hvorimod aluminium udover at bidrage til økotoksicitet også bidrager til drivhuseffekt og volumenaffald (dvs. husholdningsaffald, byggeaffald og lignende affald, der anbringes på en (kontrolleret) kommunal losseplads. Affaldet er kendetegnet ved at det ikke indeholder miljøfarlige stoffer).

I figur 4.5 ses at de væsentligste miljøeffekter er til de energirelaterede effekter som drivhuseffekt, forsuring, human toksicitet og affald.

UMIP PC-værktøj viser mange effekter, og det er selvfølgelig ikke alle, der er lige relevante for din miljøvurdering. Det anbefales derfor, at du udvælger de effekter, der er relativt store, til det videre arbejde; Fortolkningen af miljøvurderingen. Det foreslås, at du vælger 3-5 effekter ud. Det skal dog ikke være tre affaldskategorier.

4.3.2 Opdeling på faser med UMIP PC-værktøj

UMIP PC-værktøj giver dig en mulighed for at opdele dine miljøeffekter på de faser produktet gennemløber i dets livsforløb, nemlig materialefremstilling, produktion, brug, bortskaffelse og transport.

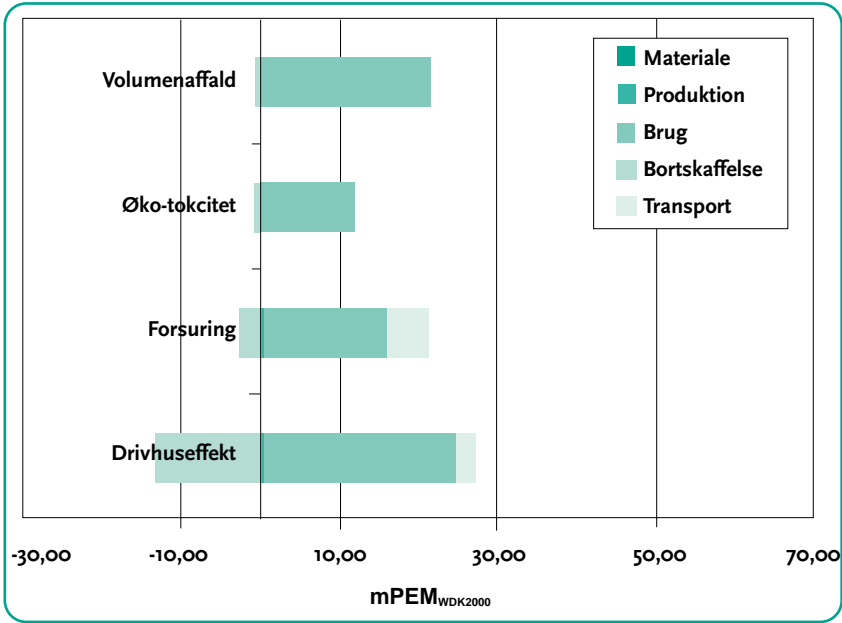
4.3.2.1 Hvor findes de væsentligste effekter

Muligheden for opdeling vil være med til at synliggøre årsagen til effekten, fordi du kan se, hvor stor en del af f.eks. drivhuseffekten, der stammer fra materialefasen eller produktionsfasen. Dette er illustreret i figur 4.7-4.8, hvor kaffemaskinens bidrag til miljøeffekterne og ressourceforbrug er delt op på faser. Figurerne viser, at bidraget til f.eks. drivhuseffekten primært stammer fra brugsfasen.

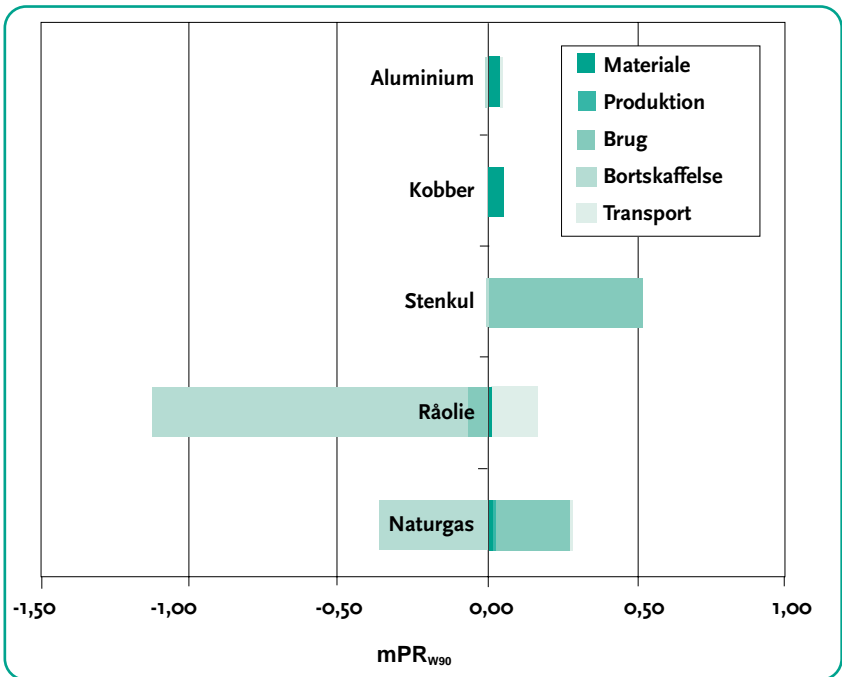
Ved at finde årsagen til miljøeffekten, får du bl.a. et overblik over hvilke materialer, processer o.lign., der skaber dit produkts miljøprofil. Dette overblik kan gøre det lettere at udpege de områder, hvor ændringer kunne give væsentlige miljøforbedringer til dit produkt.

Alle de efterfølgende figurer er også eksempler på, hvordan resultaterne af miljøvurderingen kan præsenteres. Det er en god idé at vise resultaterne delt op på de forskellige faser. Vær opmærksom på, at overskueligheden falder i takt med, at antallet af viste effekter stiger. I eksemplet med kaffemaskinen er de fire miljøeffekter, drivhuseffekt, forsuring, økotoksicitet og volumenaffald udvalgt, da disse er relativt store i forhold til de resterende bidrag (se figur 4.7). Ressourceforbrugene er udvalgt på nogenlunde samme baggrund, altså de relativt største. Derudover er de største af de ressourcetræk, der ikke er energirelaterede også valgt, her kobber og aluminium.

For at gøre sammenligningen af flere produkter mere overskuelig kan det være en god ide, at vise miljøprofilen for alle produkterne i samme graf.



Figur 4.7
Vægtede udvalgte miljøeffektpotentialer pr. år for kaffemaskinen opdelt på faserne i livsforløbet.



Figur 4.8
Vægtede udvalgte ressourceforbrug pr. år for kaffemaskinen opdelt på faser.

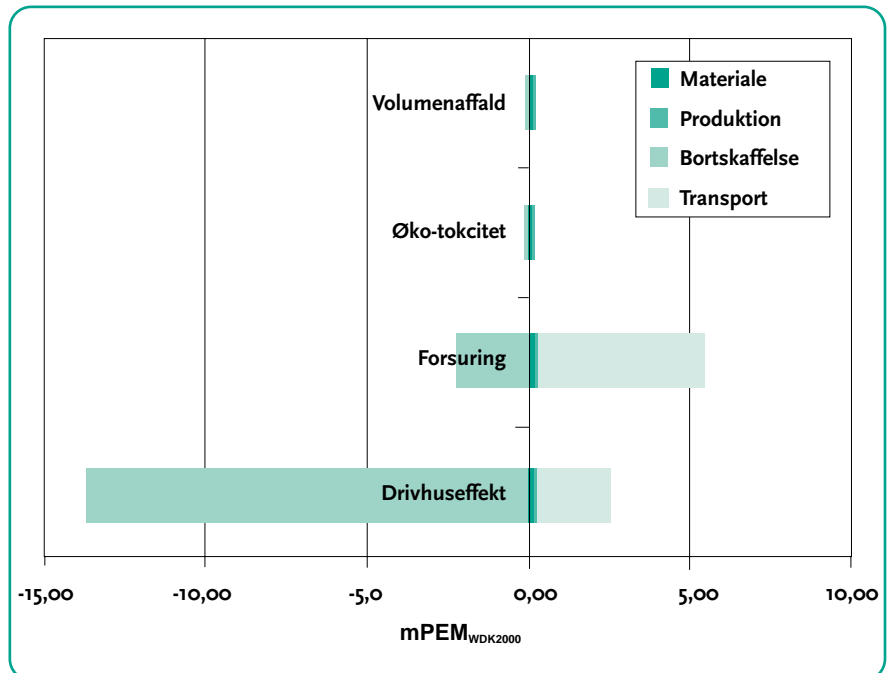
Faseopdelingen i figur 4.7 og figur 4.8 viser, at det primært er brugsfasen, som står for både miljøeffekterne og ressourceforbrugene. Dette er ikke overraskende, eftersom erfaringerne viser, at et energiforbrug i brugsfasen ofte overskygger de resterende fasers bidrag.

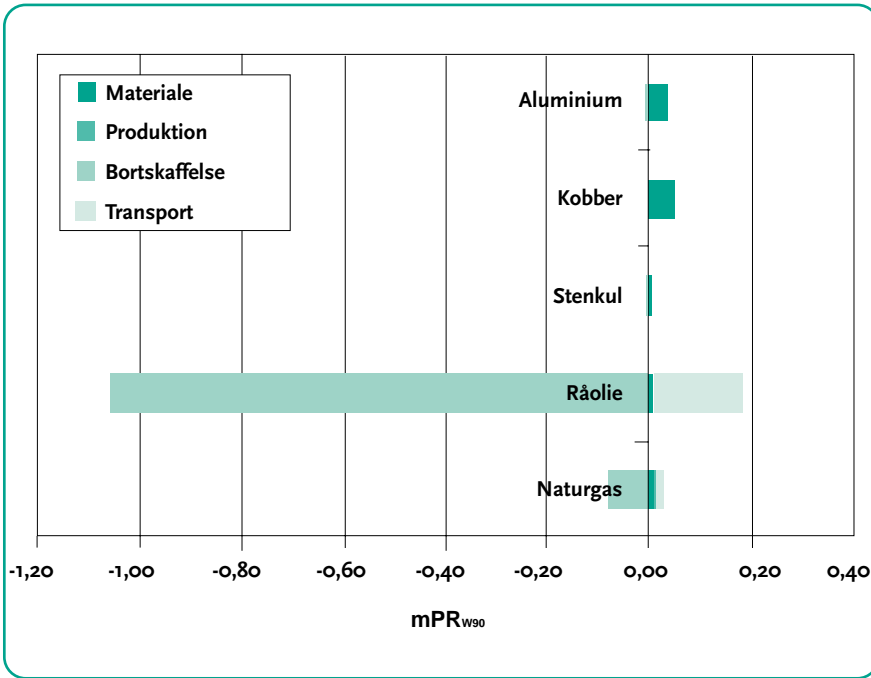
Godskrivningen (de i figuren viste negative effekter) stammer fra varme- og materialegevindingen i bortskaffelsesfasen. Det samlede bidrag opnås således ved at trække gevindingens bidrag fra de andre fasers bidrag.

4.3.2.2 Øvrige effekter

I eksemplet med kaffemaskinen er det konstateret, at det er brugsfasen, som har betydning for miljøeffekterne og ressourceforbrugene. Ved at udelade denne fra det samlede billede, kan bidragene fra de øvrige faser i kaffemaskinens livscyklus bedre overskues, se figur 4.9 og 4.10.

Figur 4.9
Vægtede udvalgte miljøeffektpotentialer pr. år for kaffemaskinen opdelt på faser. Brugsfasen er udeladt.





Figur 4.10
Vægtede udvalgte
ressourceforbrug
pr. år for kaffe-
maskinen opdelt
på faserne i livs-
forløbet. Brugsfa-
sen er udeladt.

Ved at udelade brugsfasen i figur 4.9 og fig ur 4.10 skabes et overblik over de resterende fasers bidrag. Du skal være opmærksom på, at skalaen på y-aksen nu er en anden. Ikke uventet har bortskaffelsesfasen også en relativ stor betydning. Der er jo trods alt brugt materialer, som ved forbrænding medfører en relativ stor varmegenvinding.

Produktions- og materialefremstillingsfasen giver et lille bidrag. Produktionsfasens bidrag stammer primært fra den energi, som anvendes i de forskellige processer. Materialefremstillingsfasens bidrag stammer fra de materialer produktet fremstilles af.

Transportfasen giver et bidrag, der er større end de øvrige faser. Samlet set er transporten i dette eksempel dog af lille betydning. Ofte udelades transportfasen, eftersom den som regel kun har betydning for produkter, der transporteres langt og har en kort levetid og/eller transporteres med fly.

4.3.3 Sammenligning af 2 produkter

Ønsker du at sammenligne to produkter, A og B, anbefales det at sammenligne de enkelte effekter og ressourceforbrug fra hvert af produkterne.

4.3.3.1 Generelle anvisninger

Har produkt A et bidrag til en effekt, der er 50 % større end bidraget fra produkt B, vil produkt B være at foretrække på lige netop den pågældende effekt. Er forskellen mellem de to produkter mindre end 50 %, vil det i reglen ikke være muligt med sikkerhed at afgøre hvilket produkt, der er bedst miljømæssigt på grund af usikkerheden på dataene, beregningerne osv.

Det kan være en hjælp at opdele miljøeffekterne i tre typer, nemlig globale, regionale og lokale effekter. Derved får du en mulighed for at prioritere mellem dine miljøeffekter afhængig af virksomhedens placering, politik etc. Eksempelvis vil en placering tæt på bebygget område stille nogle andre krav til effekten på nærmiljøet, end hvis virksomheden lå på en mark med 10 km til nærmeste bebyggelse. Eksempel B4.3 er et eksempel på en sammenligning.

Eksempel B4.3: Sammenligning mellem produkt A og B

Miljøeffekt	Produkt A (mPE)	Produkt B (mPE)	A– B*	Miljøeffekttype
Drivhuseffekt	41	70	÷	Global
Forsuring	20	33	~	Regional
Nærings salt-belastning	100	37	+	Regional
Økotoksicitet	47	2	+	Lokal
Human toksicitet	17	23	~	Lokal
Farligt affald	55	6	+	Lokal

- * +: produkt A er miljømæssigt mere belastende end B
 ÷: produkt A er miljømæssigt mindre belastende end B
 ~: ingen miljømæssig forskel på de to produkter

Når sammenligningen er gennemført, har du en række plusser og minusser, som skal vurderes. Om det ene produkt er bedre end det andet, afhænger meget af, hvad det er for nogle miljøpåvirkninger du vil prioritere højest. Det kan f.eks. være af afgørende betydning at dit produkt ikke har en stor toksisk effekt på miljøet. Hvis f.eks. virksomheden er placeret tæt på et meget følsomt vandmiljø som f.eks. Gudenåen, så vil det være mest nærliggende, i dette eksempel, at vælge produkt B (lav økotoksicitet). Det kan også være, at politikken i virksomheden på miljøområdet er, at man skal arbejde mod ikke at påvirke drivhuseffekten, så er det produkt A i eksemplet, der vil være mest fordelagtigt.

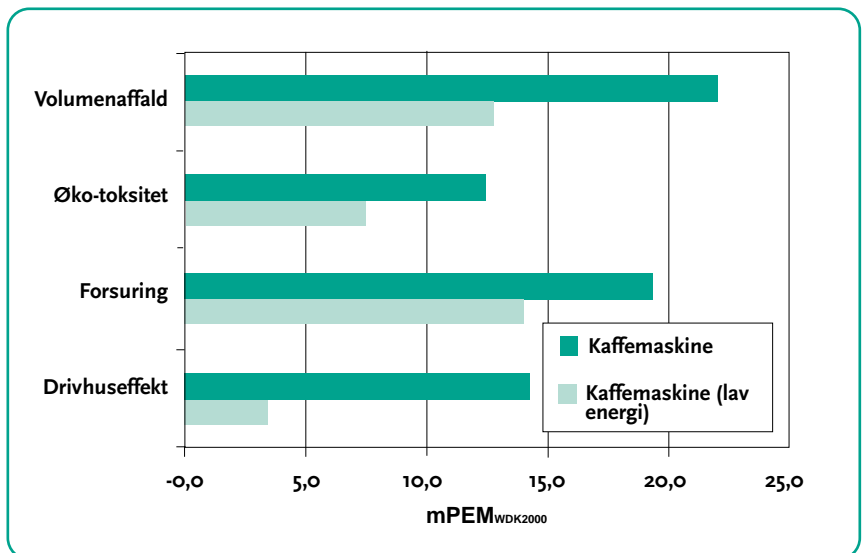
Der er, som vist i eksempel 4.3 mange faktorer, der spiller ind ved en sammenligning af to produkter, og det vil ofte være sådan, at det ene produkt er fordelagtigt på nogle områder og det andet på andre områder.

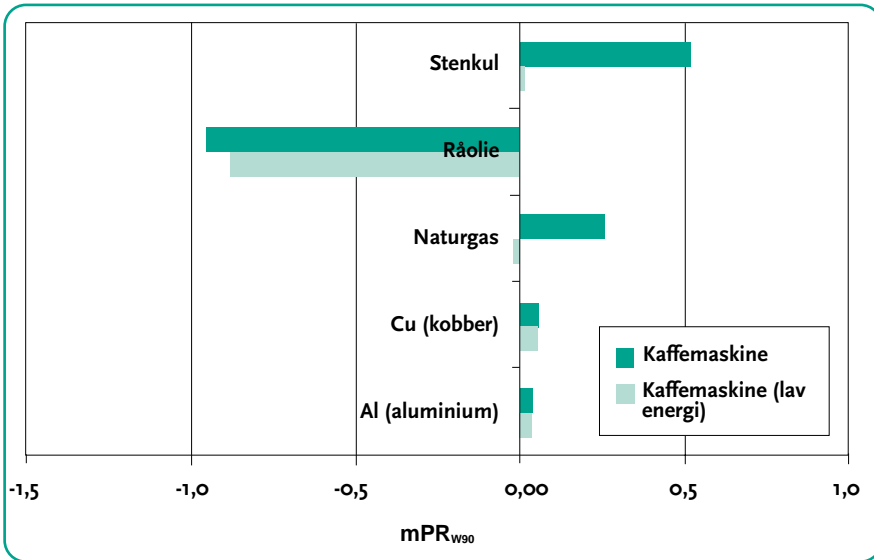
Alternativt kan du for produkter, der har et livsforløb, som er meget ens, nøjes med at gennemføre en vurdering af forskellen. Er forskellen på to produkter i grove træk, at det ene er fremstillet af 5 kg aluminium og det andet af 2,5 kg plast, kan du således nøjes med at vurdere miljøeffekten fra fremstillingsfasen, produktionsfasen og bortskaffelsen for de to produkter og efterfølgende sammenligne resultatet. Denne metode er dog kun brugbar i de tilfælde, hvor formålet med miljøvurderingen udelukkende er at afgøre snævert set hvilket af de to produkter, der er miljømæssigt bedst på et bestemt punkt. En sådan vurdering siger derimod intet om produktets totale effekt på miljøet samt forbrug af ressourcer. Vurderingen siger heller ikke noget om, hvilken miljøeffekt produktet(erne) bidrager mest til. Derfor er det ikke muligt alene på baggrund af en sådan miljøvurdering at sige særligt meget om miljøbelastningen fra produkterne.

4.3.3.2 Eksempel

I det følgende er vist et eksempel på en sammenligning mellem to kaffemaskiner, hvor forskellen er, at den ene har et lavere energifor-

Figur 4.11
Miljøeffektpotentialer pr. år for en sammenligning mellem to kaffemaskiner med et energiforbrug i brugsfasen på henholdsvis 200 og 540 kWh.





*Figur 4.12
Ressourceforbrug
pr. år for en sam-
menligning mel-
lem to kaffema-
skiner med et
energiforbrug i
brugsfasen på
henholdsvis 200
og 540 kWh.*

brug (200 kWh) i brugsfasen end den anden (udgangspunktet også kaldet referencen), som har et energiforbrug på 540 kWh.

Som ventet viser figur 4.11 og 4.12 at de energirelaterede effekter er mindre for kaffemaskinen med det lave energiforbrug. Årsagen til, at forskellen ikke er større end den er, skyldes, at der også anvendes store mængder energi i brugsfasen til fremstilling af kaffefiltre og kaffe.

Eksemplet viser også, at det ikke er alt i produktets livsforløb, som producenten (her af kaffemaskinen) har indflydelse på. En reduktion af energiforbruget ved producenten af kaffefiltrene, ville således give kaffemaskinen såvel referencen som den med det lave energiforbrug en bedre miljøprofil.

4.3.4 Usikkerheder

Fortolkningen indeholder ligeledes en vurdering af usikkerheden på dine beregninger. Du skal være opmærksom på, at en lille ændring i

dine grundlæggende data kan medføre store ændringer i de beregnede miljøeffekter. Det skal du tage højde for i din fortolkning.

Har du data, der er af en mindre god kvalitet, bør du derfor overveje, hvilken virkning en ændring af dataene vil kunne få på det samlede resultat.

Eksempelvis vil fortolkningen af din miljøvurdering ikke ændre sig, hvis der er tale om ændring af energiforbruget for en proces i produktionen af et produkt, der har et meget stort energiforbrug sammenlignet med de øvrige faser.

Det kan derimod have betydning for miljøvurderingen, hvis du har et plastprodukt, der indeholder noget bly, som det ikke har været muligt at medtage på grund af manglende oplysninger omkring mængden.

4.4 Fik du svar på det du spurgte om?

Tolkningen af din miljøvurdering skulle gerne give dig svar på de spørgsmål, der var grunden til, at miljøvurderingsarbejdet blev sat i gang. Det er imidlertid ikke i alle tilfælde, at resultatet af miljøvurderingen er entydigt nok. Det kan f.eks. være, at du finder ud af, at usikkerhederne på de anvendte data er så stor, at det ikke er muligt at tage beslutninger på baggrund af miljøvurderingen alene. I disse tilfælde kan det være nødvendigt at gå et skridt videre og eventuelt samle flere data ind eller få beregnet flere effektfaktorer.

Eksempelvis kunne man forestille sig, at du har forsøgt at sammenligne to plasttyper for at finde frem til den type, der har den mindste miljøbelastning. Bliver resultatet af sammenligningen, at der ikke er forskel på plasttyperne, er det måske, fordi data omkring additiver, farvepigmenter, særlige indholdsstoffer etc. ikke har været medtaget i vurderingen. For at kunne få et svar på spørgsmålet omkring hvilken plasttype, der miljømæssigt set er bedst egnet, vil det i dette tilfælde

være nødvendigt at gå videre ved at indsamle data om de manglende stoffer og få en ekspert til at beregne effektfaktorer, der ikke var med i første omgang.

I andre tilfælde kan det være nok at samle yderligere data ind. Du vil typisk komme ud for at skulle samle yderligere data ind, hvis du kan se, at der er et område, f.eks. en proces, et materiale etc., som har stor betydning for resultatet af din miljøvurdering. Er der indenfor dette område anvendt data, som måske ikke er specifikke data eller udelukkende er baseret på antagelser, bør du forsøge at fremskaffe mere specifikke data. En anden mulighed kan være, at du i dit MEKA-skema har noteret nogle emissioner eller forhold, som det ikke i første omgang har været muligt at medtage i den modellerede model. Hvis disse har betydning for den samlede miljøprofil, bør du også samle yderligere data ind. Inspiration til hvor og hvordan ekstra data kan indsamles findes i afsnit 4.5.

4.5 Indsaml flere data

Hvis det er nødvendigt at indsamle flere data for at få et mere entydigt svar fra miljøvurderingen, er der forskellige muligheder. Data kan afhængig af krav, som f.eks. produkt- og procesrelationer, usikkerheder, dataalder etc. findes følgende steder:

- leverandører, kunder og andre kontakter
- brancheorganisationer
- databaser/opslagsbøger
- videncentre

Finder du ikke de data du mangler, kan det være nødvendigt at bruge data fra f.eks. en lignende proces eller at give et skøn for f.eks. energiforbruget til en proces på baggrund af kendskabet til energiforbruget for en anden proces. Denne mulighed, anses dog i de fleste tilfælde for at være bedre end ingen data. Data for effektfaktorer skal dog udelukkende findes hos eksperterne på forskellige videncentre.

Nederst på referencelisten er der givet eksempler på databaser og anden relevant litteratur, hvor du eventuelt kan finde brugbare data.

4.5.1 Leverandører

Jo mere produktspecifikke dine data skal være, jo mere nærliggende er det at spørge dine leverandører om deres miljødata. Erfaringsmæssigt tager det dog lang tid for leverandøren at fremskaffe de efterspurgte data. Det er altid meget vigtigt at spørge så præcist som muligt, så der undgås misforståelser omkring hvilke data, du har behov for.

4.5.2 Brancheorganisationer

Har leverandøren ikke mulighed for at give dig de data, som du skal bruge, kan det i visse tilfælde være en hjælp at spørge den brancheorganisation, som leverandøren tilhører. Du kan være heldig, at de har indsamlet data, der gælder for branchen eller måske oven i købet kan henvise til nogle i branchen, der ligger inde med de data, som du skal bruge. Et eksempel på dette er brancheorganisationen for plastproducenter i Europa, APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe). I denne branche har man valgt at udgive generelle data for fremstillingen af de enkelte plasttyper set i et livscyklusperspektiv.

4.5.3 Databaser og opslagsbøger

Ellers er der forskellige databaser og opslagsbøger, som kan være en hjælp. Det er dog primært generelle data, der kan findes på denne måde, og dataene er ikke altid af nyere dato. Vær opmærksom på, at data som regel er 1-5 år ældre end udgivelsesåret, da der jo også ligger en dataindsamling forud for udgivelsen.

4.5.4 Videnscentre

Endelig er der den mulighed at spørge fagfolk til råds. Det kan være en fordel at trække på deres ekspertise og erfaring med at fremskaffe data. Det vil ofte medføre at usikkerheden på de fundne data er mindre.



5. Lav en udvidet kemikalievurdering

Den indledende miljøvurdering kan vise, at miljø- og sundhedsmæssige belastninger fra produktet især knytter sig til én bestemt fase, eller at der er nogle særlige problemstillinger som overskygger de øvrige miljøbelastninger. Dette kan f.eks. være arbejdsmiljøbelastninger ved fremstilling af produktet eller udledning af kemikalier ved brug af produktet.

I dette kapitel fokuseres der på én af disse situationer; brug af kemikalier. Kapitlet giver dig et overblik over, hvad du kan gøre, hvis det produkt, som undersøges indeholder mange kemikalier, som bliver udledt til miljøet. Der lægges vægt på, hvordan du vurderer, om det er udledningen af kemikalier, som betyder mest for produktets miljøbelastning, og der præsenteres kriterier, som du kan bruge til at foretage denne vurdering. Du vil også få et indblik i, hvad du selv kan gøre f.eks. finde data frem vedrørende indholdet af kemikalier.

Det er en svær opgave at vurdere kemikalier. Du skal således ikke fortvivle, hvis du synes det virker uoverskueligt. Du skal være forberedt på, at det vil være nødvendigt at hente hjælp hos eksperter.

5.1 Udvid kemikalievurderingen

Først og fremmest er det vigtigt at finde ud af, hvornår kemikalierne betyder så meget, at fokus bør lægges på vurdering af kemikalier enten i stedet for at udføre en LCA eller som supplement til en LCA.

I forbindelse med udviklingen af denne håndbog indgik to eksempler, hvor produkterne var rengøringsmidler og farvestoffer. Efter en indledende miljøvurdering blev det vurderet, at kemikalierne betød så meget for miljøbelastningen, at der skulle udføres en kemikalievurdering i stedet for en LCA.

I eksemplerne var der ikke megen tvivl, dels fordi produkterne

bestod af kemikalier, som efter brug udledes 100% til miljøet, dels fordi de tilhørte produktgrupper (vaskemidler og overfladeaktive stoffer), hvor tidligere udførte LCA'er har identificeret, at deres væsentligste belastninger ligger i bortskaffelsesfasen. Det kan være mere vanskeligt at udføre denne vurdering i andre tilfælde. I kapitel 3, afsnit 3.2.4 og 3.3 er der en mere udførlig beskrivelse af, hvilke kriterier du bør lægge til grund for denne vurdering.

Ofte vil det ikke være relevant at lave en egentlig kemikalievurdering af stoffer, som anvendes hos en underleverandør, fordi mængderne er relativt små. Hvis det alligevel skulle være tilfældet, vil det vise sig ved den detaljerede LCA.

Eksempel B5.1: Produkter, hvor fokus bør ligge på kemikalievurdering samt produkter, hvor kemikalier ikke har særlig betydning

Kemikalier med væsentlig betydning:

- Rengøringsmidler, vaskemidler o.l., hvor det også i miljømærkekriterierne (især det nordiske Svanemærke) er fundet, at indholdsstoffernes egenskaber har større miljømæssig betydning end resten af livscyklusløbet, bl.a. fordi de udledes til miljøet efter brug.

Kemikalier med mindre betydning:

- Aktive produkter, hvor energiforbruget i brugsfasen ofte er af størst miljømæssig betydning eksempelvis vandvarmer.

I fremgangsmåden for den forenkede LCA, illustreret i del A, figur 2.2 lægges der vægt på, at du sammen med en kollega, konsulent eller lignende diskuterer dine muligheder på baggrund af den indsamlede viden, før du træffer dine endelige valg. Når du skal vælge, om du skal lave en kemikalievurdering, er det vigtigt, at du indgår i en sådan dialog.

5.1.1 Screening for miljø- og sundhedsmæssige skader

I den indledende miljøvurdering (MEKA-skemaet) blev der skabt et foreløbigt overblik over kemikalierne i produktet. Dette overblik kan du nu bruge som baggrund for at screene kemikalierne med hensyn til deres farlige egenskaber, således at du bruger dine ressourcer på de væsentligste kemikalier.

Du har allerede, til brug for MEKA-skemaet, identificeret de kemikalier, som er på forskellige lister, - det vil sige de kemikalier, som anses for at være særligt farlige. Ved hjælp af screeningen kan du prioritere og udvælge hvilke kemikalier, der har de mest skadelige egenskaber, og som derfor bør underkastes en mere detaljeret vurdering.

Det kan dog godt være nødvendigt at vurdere andre kemikalier, f.eks. fordi de anvendes i store mængder i produktet eller fordi de har skadelige egenskaber, som ikke er identificeret på listerne. I eksemplet med rengøringsmidlet var det f.eks. et ønske at vurdere produktet i forhold til kriterierne for Svanemærket. Overfladeaktive stoffer, som ikke er på lister, men som kan være skadelige for vandorganismer, måtte således vurderes fordi dette indgår i kriterierne for Svanemærket.

Resultatet af en screening bør omfatte en identifikation af:

- Hvilke stoffer, der er farlige?
- Hvor store mængder de optræder i?
- Hvilke muligheder er der for, at miljø eller mennesker udsættes for stofferne?

I fortolkningen af MEKA skemaet blev der introduceret en kvalitativ metode, som bygger videre på den indledende klassificering af kemikalierne i type 1, 2 og 3.

Her præsenteres en semikvantitativ metode til at foretage screenin-

gen. Som den semikvantitative metode er det valgt at anbefale UMIP screeningsmetoden, udviklet under projektet "Udvikling af Miljøvenlige Industrielle Produkter" [Wenzel et al., 1996].

Der findes imidlertid flere andre metoder, f.eks. MUP [Schmidt et al., 1994] og UPH [Teknologisk Institut et al., 1996], som med fordel kan anvendes, hvis du f.eks. allerede har kendskab til dem.

5.1.2. UMIP screeningsmetoden

UMIP screeningsmetoden beskrives detaljeret i selve metodebeskrivelsen af UMIP-metoden [Hauschild, M., 1996], men vil her blive kort summeret.

UMIP screeningsmetoden er udviklet parallelt for miljø- og sundheds-skadelige virkninger, og der tages udgangspunkt i EU's fareklassifikation af kemiske stoffer [Listen over farlige stoffer]. Fareklassifikationen suppleres med andre lister, når det drejer sig om sundheds-skadelige virkninger. Det drejer sig om Arbejdstilsynets lister over kræftfremkaldende og allergifremkaldende stoffer samt stoffer som skader forplantningsevnen eller nervesystemet. Der er imidlertid ikke mange, som har disse lister stående på hylden og informationerne kan ikke hentes på internettet. Det er derfor valgt at udelade disse lister. Derimod er listen over uønskede stoffer og effektlisten inkluderet i screeningsmetoden.

I metoden tages hensyn til muligheden for, at mennesker og/eller miljø bliver udsat for det pågældende kemikalie (eksponering) samt den skadelige virkning, som kemikaliet måtte have (effekt). Dette gøres ved at give en score for eksponering og en score for effekt.

Scoren for eksponering baseres dels på, om stoffet udledes eller ej, dels på om stoffet kan forventes at blive i miljøet, fordi det ikke bliver nedbrudt (ikke let bionedbrydeligt) eller om det forventes at kunne opbygges i levende organismer (bioakkumulerende).

Scoren for effekt er et mål for den giftighed, som et stof har, hvis mennesker og/eller miljø udsættes for det.

Den samlede score fås ved multiplikation af de to scorere. Grunden til, at de multipliceres, er, at giftighed vurderes at være af større miljømæssig betydning, hvis stoffet udledes jævnlige, ikke er let bionedbrydeligt eller kan bioakkumuleres.

Eksempel B5.2: Sammenligning af to typer lak

Typiske produkter, hvor kemikalievurdering kan være vigtig er malinger og lakker. Ved en sammenligning mellem en epoxybaseret lak og en "almindelig" alkydlak er følgende indholdsstoffer og klassificeringer angivet i sikkerhedsdatabladet (NB, dette er et konstrueret eksempel):

Epoxy	CAS nr.	Klassificering
Bisphenol A diglycidylether	1675-54-3	Xi; R36/38, R43
Neodecansyre, oxiranylmethylester	26761-45-5	Xi;R43, N;R51/53
Benzylalkohol	100-51-6	Xn;R20/22
TRIS(dimethylaminomethylendiamin)	90-72-2	Xn;R22, Xi;R36/38
Alkyd	CAS nr.	Klassificering
Butylacetat	123-86-4	R10
Butanol	71-36-3	Xn;R20, R10
1,2,3-trihydroxybenzen	87-66-1	Xn;R20/R21/R22
1-methoxy-2-propanol	107-98-2	R10

5.1.2.1 UMIP eksponeringsscore

Scoren for eksponering er en kombination af forventninger til udledning (ja/nej) og af muligheden for uønskede langtidsvirkninger i miljøet.

Fra klassifikation af kemiske stoffer kan anvendes de to risiko-sætninger:

R 53 : Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet

R 58 : Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i miljøet

Disse R-sætninger er udviklet til klassificering for miljøfare, men er også relevante for mennesker som organismer i økosystemerne. De to nævnte R-sætninger tildeles et stof på listen over farlige stoffer, når stoffet vanskeligt nedbrydes og/eller ophobes i fedtvæv. Scoren for eksponering er vist i tabel 5.1.

Eksponeringsscoren = en score for forventet udledning + score for bionedbrydelighed og/eller bioakkumulerbarhed.

Hvis der mangler viden og data om eksponering, tildeles eksponeringsscoren 8.

Hvis begge eksponeringsværdier er 0 (samlet eksponeringscore = 0), antages eksponeringsscoren 1 i stedet for 0.

*Tabel 5.1
Scoring for eksponering. De to scorer adderes og multipliceres senere med scorer for giftighed. Hvis begge eksponeringsværdier er 0 (samlet eksponeringscore = 0) multipliceres giftighedsscoren med 1 i stedet for 0.*

Score	Forventet udledning		Klassificeret med R53 (ikke let bionedbrydeligt) eller R58 ($\log P_{ow} \geq 3$)	
	Ja	Nej	Ja	Nej
	4	0	4	0

Findes stoffet ikke på listen over farlige stoffer skal man selv vurdere muligheden for uønskede langtidsvirkninger. Til dette kan anvendes parameteren $\log P_{ow}$, der står for fordelingskoefficienten octanol-vand (eller $\log K_{ow}$). Denne parameter indikerer bl.a. hvorvidt stoffet vil ophobes i fedtvæv.

Hvis du kender CAS-nr. på stoffet, kan du prøve at finde $\log P_{ow}$ på internettet http://esc_plaza.syrres.com/interkow/kowdemo.htm, hvor

du kan finde beregnede værdier. Der er også andre steder på internettet, hvor du vil kunne finde $\log P_{ow}$, f.eks. chemfinder (<http://www.chemfinder.com/>) eller HSDB (<http://sis.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>).

Eksempel B5.3: Score for eksponering for to typer lak, se eksempel B5.2

For de to lakker antages det at alle stoffer udledes. Dette betyder den første del af eksponeringsscoren sættes til 4 for alle stofferne i de to produkter.

Den samlede eksponeringsscore for hvert stof i de to produkter bliver:

Epoxy:

Bisphenol A diglycidyleter	$4 + 0 = 4$
Neodecansyre, oxiranylmethylester	$4 + 4 = 8$
Benzylalkohol	$4 + 0 = 4$
TRIS(dimethylaminomethylendiamin)	$4 + 0 = 4$

Alkyd:

Butylacetat	$4 + 0 = 4$
Butanol	$4 + 0 = 4$
1,2,3-trihydroxybenzen	$4 + 0 = 4$
1-methoxy-2-propanol	$4 + 0 = 4$

5.1.2.2 Score for giftighed i miljøet

Når det gælder giftighed overfor organismer, som lever i miljøet, den såkaldte økotoksicitet, skelnes der mellem giftighed overfor organismer i vand (akvatisk økotoksicitet) og giftighed overfor organismer i jord (terrestrisk økotoksicitet). Der gives derfor en score for hver af disse. Den samlede score for økotoksicitet fremkommer ved en kombination af giftigheden overfor akvatiske organismer (R50-R52 alene

eller i kombination med andre R-sætninger) og giftigheden overfor "jordlevende" organismer (R54-R57 alene eller i kombination med andre R-sætninger). De to scorere adderes til en samlet score for stoffets miljøfarlighed. Kriterier og scoringsværdier er vist i tabel 5.2.

Den samlede score for økotoxicitet = scoren for akvatisk økotoxicitet + scoren for terrestrisk økotoxicitet.

Hvis der ingen data kan findes for stoffet, tildeles scoren 8, medmindre stoffet er velkendt og uden væsentlige skadevirkninger (f.eks. køkkensalt eller vand).

*Tabel 5.2
Scoring for økotoxicitet. De to scorere adderes og multipliceres senere med scoren for eksponering.*

Akvatisk økotoxicitet (R50....)		Terrestrisk økotoxicitet	
$LC_{50} \leq 1 \text{ mg/l}$	4	R54 Giftig for planter eller	4
$1 \text{ mg/l} < LC_{50} \leq 10 \text{ mg/l}$	2	R55 Giftig for dyr eller	
$10 \text{ mg/l} < LC_{50} \leq 100 \text{ mg/l}$	1	R56 Giftig for organismer i jordbunden R57 Giftig for bier	

Hvis du har mistanke om, at et ikke-mærket stof burde være mærket med en af R-sætningerne for miljøfare, bør du få undersøgt stoffets egenskaber i forhold til kriterierne for miljøfareklassificering. Det er langt fra alle stoffer, som er vurderet og klassificeret i henhold til disse kriterier. Hvis du ikke har detaljeret kendskab til, hvordan sådan noget gøres, bør du inddrage ekspertviden.

Hvis et stof forekommer på listen over uønskede stoffer eller effektivsten tildeles økotoxicitetsscoren 8.

Hvis der ingen økotoxicitetsdata findes for stoffet, tildeles det øko-

toksicitetsscoren 8 (4 for delmiljøet vand plus 4 for delmiljøet jord). Hvis stoffet imidlertid er velkendt og anses for at være uden væsentlige skadevirkninger (f.eks. vand eller salt), tildeles en score 0.

5.1.2.3 Samlet score for miljøfarlighed

- Den samlede score for miljøfarlighed = eksponeringsscoren x scoren for økotoksicitet. Den samlede score bliver således som vist i tabel 5.4.
- Generelt kan det siges, at stoffer med en score på 16 eller mere betragtes som potentielt kritiske, og de bør derfor vurderes nærmere.

	Økotoksicitets-score 0	Økotoksicitets-score 1	Økotoksicitets-score 2	Økotoksicitets-score 4	Økotoksicitets-score 6	Økotoksicitets-score 8
Ingen udledning og ikke klassificeret med R53 eller R58 (Score 1)	0	1	2	4	6	8
Forventet udledning eller R53, R58 (Score 4)04	0	4	8	16	24	32
Forventet udledning og R53, R58 (Score 8)	0	8	16	32	48	64

*Tabel 5.3
Samlet score for miljøfarlighed fremkommer ved multiplikation af scoren for eksponering og scoren for giftighed.*

Eksempel B5.4: Score for miljøfarlighed for to typer lak, se eksempel B5.2

Scoren for økotoxicitet er fastsat for hver indholdsstof ved at se på R-sætninger i forhold til tabel 5.2. Dernæst er den samlede score for miljøfarlighed udregnet ved at gange eksponering med scoren for økotoxicitet.

Eksp. x øko.s. = m. score

Epoxy:

Bisphenol A diglycidyleter	4 x 8 = 32
Neodecansyre, oxiranylmethylester	8 x 2 = 16
Benzylalkohol	4 x 0 = 0
TRIS(dimethylaminomethylendiamin)	4 x 0 = 0

Alkyd:

Butylacetat	4 x 0 = 0
Butanol	4 x 0 = 0
1,2,3-trihydroxybenzen	4 x 0 = 0
1-methoxy-2-propanol	4 x 0 = 0

Som det ses af scorerne for miljøfarlighed er de to stoffer Bisphenol A diglycidylether og Neodecansyre, oxiranylmethylester problematiske, da scorerne for disse stoffer er 16 og højere.

5.1.2.4 Score for giftighed overfor mennesker

Da man generelt har væsentlig større erfaringsgrundlag og viden om forskellige effekttyper på mennesker end på organismer i miljøet, må scoringssystemet nødvendigvis afspejle dette. Skemaet for tildeling af scoren for giftighed overfor mennesker er derfor mere nuanceret end den tilsvarende for miljøfarlighed.

Tildelingen af scorer baseres på fareklassifikationen for sundhedsfare og R-sætninger (hentet fra listen over farlige stoffer). Skemaet med kriterier for tildeling af scorer er vist i tabel 5.4.

Hvis stoffet er opført på listen over uønskede stoffer tildeles scoren 8 mens der tildeles scoren 4, hvis stoffet er opført på effektlisten.

Hvis stoffet ikke er opført på listerne, og der ingen data findes på det, tildeles det toksicitetsscoren 4.

Hvis stoffet imidlertid er velkendt og anses for at være uden væsentlige skadevirkninger (f.eks. vand eller salt), tildeles en score 0.

Det er langt fra alle stoffer, som er vurderet og klassificeret i henhold til disse kriterier. Derfor bør du som for miljøfare, få undersøgt stoffets egenskaber i forhold til kriterierne for fareklassificering, hvis du har mistanke om, at et ikke-mærket stof burde være mærket med en af R-sætningerne for sundhedsfare. Hvis du ikke har detaljeret viden om, hvordan sådan noget gøres, bør du søge eksperthjælp.

*Tabel 5.4
Score for giftig-
hed overfor men-
nesker. I tabellen
ses kriterierne for
indplacering i
kategorier på
basis af listen
over farlige stof-
fer. Ved tildeling
af score for et stof
gives den højeste
score stoffet
opnår i dette ske-
ma.*

Effekttype	Score 0	Score 1	Score 4	Score 8
Generelt	Velundersøgte stoffer, som ikke er klassificeret	Irriterende og sundhedsskadelige stoffer	Ætsende eller giftige stoffer samt stoffer med allergiske eller neurotoksiske effekter og stoffer med irreversible skadevirkninger	Meget giftige stoffer samt stoffer med kræftfremkaldende, reproduktions-skadende eller mutagene egenskaber samt stoffer med alvorlige organskader
Akut toksicitet	Ingen klassificering	Xn; R 20-21-22	T; R 23-24-25	Tx; R 26-27-28
Irritation, ætsning	Ingen klassificering	Xi; R 36-37-38	C; R 34-35-41	
Allergifremkaldelse	Ingen klassificering		Xi; R 43,	R 42
Irreversible skadevirkninger/organskader (incl. Neurotoksicitet)	Ingen klassificering		Xn; R40 eller R48 i kombination med R 20-21-22 T; R 39 i kombination med R 23-24-25, R 33	T; R 48 i kombination med R 23-24-25 Tx; R 39 i kombination med R 26-27-28
Genotoksicitet (mutagenicitet)	Ingen klassificering			T; R 46 (M1), Xn; R 46 (M2), R 40 (M3)
Kræftfremkaldende egenskaber	Ingen klassificering			T; R 45, R49 (C1 eller C2), Xn; R 40 (C3)
Reproduktionstoksicitet/misdannelse	Ingen klassificering			T; R60 eller R61 (Rep1 eller Rep2) Xn; R62, R63 (Rep3), R64

5.1.2.5 Samlet score for sundhedsfarlighed

Den samlede score for sundhedsfare = scoren for eksponering x scoren for giftighed overfor mennesker. Det undersøgte stof får således en score som vist i tabel 5.5.

Ligesom for miljøfarlighed vurderes alle stoffer med en score på 16 eller mere som potentielt kritiske og de bør derfor vurderes mere detaljeret.

	Toksicitets-score 0	Toksicitets-score 1	Toksicitets-score 4	Toksicitets-score 8
Ingen udledning og ikke klassificeret med R53 eller R58 (score 1)	0	1	4	8
Forventet udledning eller R53, R58 (score 4)	0	4	16	32
Forventet udledning og R53, R58 (score 8)	0	4	32	64

*Tabel 5.6
Samlet score for sundhedsfare er fremkommet ved multiplikation af score for eksponering og score for giftighed.*

Eksempel B5.5: Score for sundhedsfare for to typer lak, se eksempel B5.2

Scoren for giftighed overfor mennesker er fastsat for hvert indholdsstof ved at se på R-sætninger i forhold til tabel 5.4. Dernæst er den samlede score for sundhedsfare udregnet ved at gange med scoren for eksposering.

	Eksp. x gift. = s. score
Epoxy:	
Bisphenol A diglycidyleter	4 x 4 = 16
Neodecansyre, oxiranylmethylester	8 x 4 = 32
Benzylalkohol	4 x 1 = 4
TRIS(dimethylaminomethylendiamin)	4 x 1 = 4
Alkyd:	
Butylacetat	4 x 0 = 0
Butanol	4 x 1 = 4
1,2,3-trihydroxybenzen	4 x 1 = 4
1-methoxy-2-propanol	4 x 0 = 0

Som det ses af scorerne for sundhedsfare er de to stoffer Bisphenol A diglycidylether og Neodecansyre, oxiranylmethylester problematiske, da scorerne for disse stoffer er 16 og højere.

5.1.2.6 Udførelse af screeningen

Du kan sagtens selv finde en del af de oplysninger, som skal bruges til screeningen, men det anbefales, at du skaffer hjælp til at udføre vurderinger af stoffer, som ikke indgår på lister. Dette anbefales fordi der ofte indgår skøn og vurderinger, som kræver et grundigt kendskab til kemikalievurdering.

Når du har fundet de relevante oplysninger, foretages screeningen derefter som vist i ovenstående og i eksemplerne B5.2-5. Stoffer med en score på 16 eller mere bør vurderes mere detaljeret. Du skal også vurdere, om nogle stoffer anvendes i så store mængder, f.eks. 50% af produktet, at de bør vurderes på trods af en lavere score.

5.1.3 Detaljeret vurdering af de kemiske stoffer med høj score

Nu har du identificeret de stoffer, som der bør laves en mere detaljeret vurdering af. For at lave den mere detaljerede vurdering skal du til at skaffe oplysninger, som belyser, hvor farlige de kemiske stoffer er, samt hvilke muligheder der er for, at mennesker eller miljø bliver udsat for stofferne.

Med mindre du allerede har detaljeret kendskab til, hvorledes sådanne vurderinger udføres, bør du søge eksperthjælp til denne vurdering.

5.2 Fortolk kemikalievurderingen

Screeningen af kemikalierne kan først og fremmest anvendes til at prioritere hvilke stoffer, der eventuelt skal vurderes mere detaljeret. Scorerne kan i et vist omfang også anvendes direkte, hvis du kombinerer dem med en viden om de aktuelle anvendte mængder af stofferne. Du skal dog være opmærksom på, at usikkerheden af vurderingen er større, når det gælder scorer end detaljeret vurdering. Derfor kan scorer ikke understøtte beslutninger i lige så høj grad som den detaljerede kemikalievurdering.

Når du har fundet data om de kemiske stoffer i produktet, kan det vurderes, om der er risiko for skadelige effekter ved anvendelse af de kemiske stoffer. Som nævnt ovenfor er det især vigtigt at vurdere, hvilke skadelige virkninger stofferne kan have, i hvilke situationer mennesker og/eller miljø kan udsættes for de kemiske stoffer samt i hvilke mængder. Med mindre du allerede har indblik i, hvorledes du

skal vurdere og fortolke sådanne data, anbefales det, at du søger hjælp hos den relevante ekspertise.

Farligheden af stofferne vurderes på baggrund af, hvilke skadelige virkninger stofferne kan have samt ved hvilke doser de skadelige virkninger optræder.

Udsættelsen for stofferne vurderes på baggrund af stoffernes fysiske og kemiske data, samt viden/data om brugsmønster i den aktuelle anvendelse (går stoffet f.eks. i spildevand eller suges det bort med ventilation). Da det samtidig skal vurderes, hvilke mængder af stoffet, der anvendes, er det muligt at vurdere mere præcist, hvor meget mennesker og/eller miljø udsættes for.

På denne baggrund er det muligt at vurdere de risici, der er, for at mennesker og/eller miljø udsættes for så meget af de kemiske stoffer, at de forårsager skadelige virkninger.

Fortolkningen af denne vurdering afhænger noget af formålet. Hvis eksempelvis det er to produkter, som skal sammenlignes, vil det være relevant at vurdere hvilket produkt, der giver færrest risici for skadelige virkninger. Hvis det drejer sig om miljømæssig forbedring af et enkelt produkt, vil det være relevant at vurdere hvilke kemiske stoffer, som bør overvejes substitueret.

Der vil være en del usikkerheder forbundet med en sådan vurdering, dels vedrørende hvor meget af stoffet mennesker og/eller miljø vil blive udsat for, og dels vedrørende giftigheden af stoffet. Det er sjældent muligt at angive særligt præcist, hvor store usikkerhederne er, men det er væsentligt at være opmærksom på, hvor i vurderingen der er usikkerheder.

5.3 Fik du svar på det, du spurgte om?

Kan du på baggrund af den vurdering, der er udført, udlede et svar og eventuelt tage beslutning eller er det nødvendigt at gå videre med yderligere dataindsamling og/eller vurdering. Svaret på dette spørgsmål afhænger dels af formålet med undersøgelsen og dels vigtigheden af de beslutninger som skal træffes.

Det kan for eksempel være nødvendigt at gå videre, hvis vurderingen viser, at der er risiko for skadelige virkninger eller hvis datagrundlaget er usikkert. Hvis man derimod finder, at de doser som mennesker og/eller miljø kan udsættes for er meget mindre (flere størrelsesordner) end de doser, som forårsager effekter, er der ingen grund til at gå videre.

Hvis vurderingen er en sammenligning, skal vurderingen af alternativerne være på nogenlunde samme niveau, for at svaret er tilfredsstillende.

Er vurderingen fyldestgørende?

- Har du fået oplysninger om alle relevante kemiske stoffer?
- Ved du nok om anvendelse af de kemiske stoffer til at vurdere eksponeringen?
- Hvor store (eller hvilke) usikkerheder er der?
- Søg ekspertbistand til en egentlig risikovurdering af kemikalier

Eksempel B5.6: Lakker

De stoffer i lakkerne som scorede højt i eksemplerne B5.2-5, dvs. Bisphenol A diglycidylether samt Neodecansyre oxiranylmethylester er vurderet mere detaljeret.

Bisphenolen er stærkt allergifremkaldende. Den er især sundhedsfarlig i arbejdsmiljøet fordi den relativt hurtigt hærdner og derefter ikke udgør en sundhedsfare. Hvis stoffet skal bruges bør der således tages særlige hensyn i arbejdsmiljøet.

Neodecansyre, oxiranylmethylester var det ikke muligt at finde yderligere oplysninger om i de mest almindeligt anvendte databaser. Der bør gås videre med en bedre vurdering af, hvilke eksponeringsmuligheder der findes og evt., hvis stoffet giver en stor eksponeringsrisiko, egentlige litteratursøgninger for at finde oplysninger.

5.4 Find yderligere data

Du har nu, eventuelt i dialog med kolleger og/eller eksperter, vurderet om det foreliggende vurderingsgrundlag er tilstrækkeligt til dit formål. Du skal derefter afklare, hvad vurderingen bør suppleres med: Hvilke data har du behov for, for at styrke dine konklusioner, og hvor er de svageste led i vurderingen?

Hvis du hidtil har haft baggrundsviden til at foretage vurderingerne, bør du nu vurdere, om eksperter/konsulenter bør inddrages da de ofte har bedre viden om og adgang til yderligere data.

Det kan også være, at der er behov for at søge oplysninger hos leverandørerne af kemikalierne eller eventuelt behov for at udføre målinger af de kemiske stoffer i eksempelvis arbejdsmiljø eller spildevand.

Hvis du har behov for at gøre vurderingen mere detaljeret og finde flere data, anbefales det, at du opsøger ekspertise indenfor området.

6. Lav miljøvurderingen færdig

Du har nu gennemført din miljøvurdering og fået et resultat, som skal holdes op mod formålet med miljøvurderingen og de forudsætninger, der har ligget til grund for vurderingen.

Er der overensstemmelse mellem formål, forudsætninger og resultat er selve miljøvurderingen færdig. Det anbefales at lade en person kvalitetssikre din miljøvurdering, inden den præsenteres for en større kreds.

Skal vurderingen anvendes til intern brug (produktudvikling, prioritering af miljøindsatsen) i virksomheden, kan du nøjes med at lade en kollega med indsigt i miljøområdet læse den igennem.

Skal miljøvurderingen derimod anvendes eksternt (markedsføring, miljødokumentation overfor kunder eller myndigheder), bør du efterleve anvisningerne i ISO 14040 og bruge en ekstern ekspert indenfor LCA området, som skal dokumentere, at vurderingen er gennemført i overensstemmelse med de gældende krav for livscyklusvurderinger.

6.1 Anvisninger for rapportering

Kravet til rapportering af dit arbejde vil ofte være, at den skal have alt med men være kort og klar. Det kan være en meget vanskelig opgave. I det følgende er der givet et par konkrete anvisninger, som kan bruges.

Grundlæggende er det vigtigt, at læseren af din rapport kan se, hvad du har gjort. Derfor skal alt med. Start med at samle alle oplysninger om grundlæggende data og beregninger i et eller flere bilag - gerne med forklarende tekst.

Selve rapporten skal kunne læses, uden hele tiden at skulle slå op i bilagene. Derfor skal du samle de vigtigste data, resultater og eventuelt grafer i rapporten med henvisning til, hvor i bilagene de grundlæggende tal findes.

Du skal gøre meget ud af at beskrive alle de forudsætninger, antagelser og de udeladelser, som du har gjort undervejs i arbejdet. Læs dem grundigt igennem, før du beskriver dine resultater.

For dels at være klædt på til at besvare "kritiske" spørgsmål, og dels for at kunne huske grundlaget for resultaterne senere er det vigtigt at have en fyldestgørende dokumentation og forklaring på hvad du har gjort.

Tænk på, hvem der skal læse din rapport, når du skriver den. Er den til internt brug, er det nok ikke nødvendigt at beskrive jeres produktionsforhold grundigt, mens det ofte overfor kunder eller myndigheder er nødvendigt.

Er du i tvivl om, hvordan rapporten skal udarbejdes, kan du anvende forslaget i afsnit 6.2.

6.2 Forslag til indholdsfortegnelsen

Nedenfor er der givet et bud på, hvad den skriftlige præsentation af dit arbejde bør omfatte. Forslaget er udformet som punkter i en indholdsfortegnelse.

Indholdsfortegnelsen er delt op i tre hovedområder, MEKA-skema, PC-modellering og Kemikalievurdering, således at du let kan se hvilke punkter, der er relevante for præsentationen afhængig af de trin, der er i din miljøvurdering.

Du kan have anvendt en række grundlæggende data i miljøvurderingen, som af en eller anden grund ikke kan offentliggøres. Det anbefales, at du samler sådanne oplysninger i et bilag, som let kan tages ud af rapporten, hvis det er nødvendigt.

6.2.1 Rapportering af MEKA-skema

Har du gennemført din miljøvurdering af et eller flere produkter ved brug af kapitel 1 til 3 og MEKA-skemaet kan følgende disposition for rapporten anvendes:

1. Introduktion
 - Beskriv kort virksomheden og dens hovedaktiviteter.
2. Formål med miljøvurderingen
 - Anfør de spørgsmål der er opstillet under formålet og beskriv hvorfor der ønskes svar på dem.
3. Valg af produkt og funktionel enhed
 - Beskriv det/de valgte produkt(er) og anfør f.eks. et skema for funktionel enhed som vist i eksempel B1.4. Sammenlignes to produkter, er det vigtigt at gøre opmærksom på forskelle.
4. Forudsætninger
 - 4.1 Afgrænsning
 - Hvilke forhold er ikke taget med, - f.eks. transport, fremstilling af visse hjælpestoffer.
 - 4.2 Antagelser/udeladelser
 - Anfør de forhold, hvor det har været nødvendigt at opstille antagelser eller hvor det ikke har været muligt at skaffe data.
 - 4.3 Datakvalitet
5. Beskriv livsforløb for produktet/produkterne
 - Beskriv de 5 faser i hvert produkts livsforløb. Anvend gerne diagrammer. Gør klart rede for hvilke væsentlige forhold, der er med i hver fase, og hvad der er udeladt.
6. Præsentation af MEKA-skema/skemaer
 - Gengiv de opsillede skemaer og giv en forklaring til hvert af dem.
7. Fortolkning af MEKA-skemaet/skemaerne
 - Her skal for et produkt påpeges, hvad der er væsentligt og hvorfor. Ved en sammenligning af flere produkter skal forskelle udpeges og årsagerne skal forklares. Kommenter resultaterne i forhold til punkt 2, 3, 4 og 5.

8. Forslag til videre arbejde
 - Beskriv hvilke aktiviteter I vil sætte i gang på baggrund af miljøvurderingens resultater, - f.eks. i form af ændringer af et produkt eller en proces.

Bilag A: Indsamlede data

Bilag B: Gennemførte beregninger

6.2.2 Rapportering af PC-modellering

Har du gennemført din miljøvurdering af et eller flere produkter ved brug af kapitel 1 til 4, MEKA-skemaet og en PC-modellering, kan følgende disposition for rapporten anvendes:

1. Introduktion
2. Formål med miljøvurderingen
3. Valg af produkt og funktionel enhed
4. Forudsætninger
 - 4.1. Afgrænsning
 - 4.2. Antagelse/udeladelser
 - 4.3. Datakvalitet
5. Beskriv livsforløbet for produktet/produkterne
6. Præsentation af MEKA-skema/skemaer
7. Fortolkning af MEKA-skemaet
8. Beskrivelse af det modellerede system/de modellerede systemer
 - Beskriv hvordan det modellerede system er opstillet og hvor data stammer fra.
9. Beskrivelse af supplerende data
 - For de data, der ikke stammer fra databasen, skal det forklares hvor de kommer fra.
10. Grafisk præsentation af resultatet
 - Vis resultaterne som diagrammer og forklar med tekst, hvad de viser. De valgte diagrammer skal være med til at belyse årsagerne til de væsentligste miljøeffekter og ressourceforbrug.

11. Diskussion af de væsentligste miljøeffekter
 - Forklar hvilke miljøeffekter og ressourceforbrug, der er de væsentligste og hvor i produktets livscyklus, de forekommer.
12. Fortolkning af resultaterne fra modelleringen
 - Her skal for et produkt påpeges, hvad der er væsentligt og hvorfor. Ved en sammenligning af flere produkter skal forskelle udpeges og årsagerne skal forklares. Kommenter resultaterne i forhold til punkt 2-5 og 8-11.
13. Forslag til videre arbejde
 - Beskriv hvilke aktiviteter I vil sætte i gang på baggrund af miljøvurderingens resultater, - f.eks. i form af ændringer af et produkt eller en proces eller udarbejdelse af en miljøvaredeklaration.

Bilag A: Indsamlede data

- anvendt til MEKA-skemaet
- anvendt til PC-modelleringen

Bilag B: Beregninger med PC-værktøjet

Har du fået indlagt data om materialer eller processer af eksperter og anvendt resultaterne herfra som data i din PC-model, bør du vedlægge et notat om dette som en del af bilag A.

Har du valgt at gennemføre en kemikalievurdering og dernæst gennemføre en modellering med PC-værktøjet kan ovenstående disposition anvendes tilføjet en beskrivelse af kemikalievurderingen under punkt 9. Grundlæggende data for kemikalievurderingen i form af literaturlista samt selve vurderingen bør du vedlægge i et særskilt bilag.

6.2.3 Rapportering af kemikalievurderingen

Har du gennemført din miljøvurdering af et eller flere produkter ved at opstille et MEKA-skema og gennemføre en kemikalievurdering, kapitel 1-3 samt 5 kan følgende disposition anvendes:

1. Introduktion
2. Formål med miljøvurderingen
3. Valg af produkt og funktionel enhed
4. Forudsætninger
 - 4.1 Afgrænsning
 - 4.2 Antagelse/udeladelser
 - 4.3 Datakvalitet
5. Beskriv livsforløbet for produktet/produkterne
6. Præsentation af MEKA-skema/skemaer
7. Fortolkning af MEKA-skemaet
8. Beskrivelse af de kemiske stoffer, der er vurderet
 - Beskriv hvilke kemiske stoffer, der valgt ud til en yderligere vurdering og hvorfor.
9. Kemikalievurdering
 - Her skal beskrives de forudsætninger, datakvalitet og metoder, der er anvendt i kemikalievurderingen samt resultaterne. Da vurderingen ofte vil være gennemført af en ekspert anbefales det, at gengive den i sin helhed eller lave et kort resume og vedlægge vurderingen i bilag.
10. Fortolkning af kemikalievurderingen
 - Her skal der påpeges hvad der er væsentligt og hvorfor. Resultaterne fra kemikalievurderingen skal sammenholdes med resultaterne fra MEKA-skemaet.
11. Forslag til videre arbejde
 - Beskriv hvilke aktiviteter I vil sætte i gang på baggrund af miljøvurderingens resultater, - f.eks. i form af substitution af et stof, ændring af en proces eller udarbejdelse af en ansøgning om miljømærke.

Bilag A: Indsamlede data anvendt til MEKA-skemaet

Bilag B: Kemikalievurdering, - litteraturdata om stoffer samt vurderinger

6.3 Praktisk anvendelse af resultaterne

Du vil ofte have brug for at præsentere resultaterne af din miljøvurdering på en kort form. Det kan f.eks. være i form af en fremlæggelse af resultaterne internt eller som et salgs-/datablad til kunder.

Tag udgangspunkt i den rapport du har udarbejdet efter anvisningerne i afsnit 6.2. og fokuser på

- formålet med miljøvurderingen
- forudsætningerne
- konklusionerne der kan drages

Det er altid vigtigt at forklare, hvad formålet med miljøvurderingen er, og hvorfor den er gennemført, da dette har betydning for resultatet.

Forudsætninger og konklusioner hænger meget sammen. Da det er meget let at overfortolke sine resultater, er det vigtigt at præsentere de afgrænsninger og data, som du har anvendt sammen med konklusionerne.

Sørg for at tage hensyn til usikkerheden på de anvendte data, eventuelt manglende data og andre udeladelser, når du sammenligner to eller flere produktsystemer.

En tegning af produktsystemet og illustration af udvalgte resultater kan være en god form at formidle nogle overordnede resultater på.

Du kan vælge at præsentere MEKA-skemaet ved kun at medtage de vigtigste bidrag til miljøbelastningen, således at det bliver overskueligt, - men husk at angive, at det er et uddrag.

Med præsentation af udvalgte miljøeffekter beregnet med PC-værktøjet skal du angive, hvorfor disse er valgt og hvilke konklusioner, du har draget.

En kemikalievurdering kan være yderst vanskelig at præsentere på en kort form. Vælg det eller de få væsentlige kemikalier og angiv hvilke miljøbelastninger, disse medfører.

Endelig kan du også vælge at beskrive de forbedringer, der er gennemført i virksomheden på baggrund af miljøvurderingen eller kemikalievurderingen. Forbedringer kan være affaldssortering, nedsat materialeforbrug, substitution af kemikalier etc.

6.4 Det videre arbejde

Formålet med den gennemførte miljøvurdering afspejler grunden eller årsagen til at du og din virksomhed har valgt at gå i gang med arbejdet. Den gennemførte miljøvurdering er en god begyndelse i at arbejde produktorienteret i Jeres miljøarbejde.

Du og din virksomhed har nu høstet de første erfaringer og vil forhåbentlig have opnået en række erfaringer om hvordan en miljøvurdering næste gang kan gennemføres bedre, nemmere og mere rationelt.

I de kommende år vil flere og flere virksomheder møde stigende krav til miljømæssig dokumentation af deres produkter i form af f.eks. miljøvaredeklarationer, som elementer i et miljøledelsessystem eller som internt prioriteringsværktøj i virksomhedens miljøarbejde.

Brug Jeres erfaringer og se på de forslag, der er anført i del A, kapitel 3, til hvor miljøvurderinger med fordel kan bruges. Ønsker I som virksomhed at være på forkant på miljøområdet er det vigtigt at tænke livscyklusorienteret på mange fronter.

Referenceliste

Andersen, E. S., Jespersgaard, P., Østergaard, O. G., Fysik Kemi, F & K Forlaget, 1981.

Christansen, K. (red.): Simplyfying LCA: Just a cut?, SETAC-Europe, Brussels, Belgium, 1997.

Climate Change, 1997: Denmark's second National Communication on Climate Change, submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Miljøstyrelsen, Denmark.

Effektlisten (2000) Orientering fra Miljøstyrelsen, 6/2000

EMEP/CORINAIR: Atmospheric Emission Inventory Guidebook (Second edition), technical report no. 30, European environmental Agency, 2000.

Forbrugerombudsmandens vejledning om miljømarkedsføring, Pjece kort og godt nr. 13, Forbrugerstyrelsen, 1999.

Hansen, E.: Miljøprioritering af industriprodukter, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 281, 1995

Hauschild, M.: Baggrund for miljøvurdering af produkter, Miljøstyrelsen, 1996.

Hawley's Condensed Chemical Dictionary (1997) 13th edition, revised by Richard J. Lewis. John Wiley and Sons, Inc.

Listen over farlige stoffer. Midlertidig liste. Bekendtgørelse nr. 733 af 31 juli 2000.

Listen over uønskede stoffer (2000), Orientering fra Miljøstyrelsen 9, 2000

Pedersen, M. A.: Brugermanual til UMIP PC-værktøj (betaversion), Miljøstyrelsen, 1998.

PRé Consultants B.V.: Simapro 4.0s; User Manual; Singel User Program Reference; Singel User Database Manual; Script Reference; Plus Option Refernce, www.pre.nl.

Schmidt, A., Christiansen, K. og Pommer, K.: Livscyklusmodel til vurdering af nye materialer. Metoder, vurderingsgrundlag og fremgangsmåde. Det Materiale teknologiske Udviklingsprogram. Rammeprogrammet for integrerede miljø- og arbejdsmiljøvurderinger, 1994.

Teknologisk Institut, dk-TEKNIK, DTC og VKI: Prioritering af kemikalieforbrug på Industrivirksomheder (forprojekt), Erhvervsfremme Styrelsen, 1996.

Wenzel, H.; Caspersen, N.; Schmidt, A.: Livscykluscheck, en vejledning til TIC-konsulenter, dk-TEKNIK & Institut for Produktudvikling, 1999.

Wenzel, H., Hauschild, M., Rasmussen, E.: Miljøvurdering af produkter, Miljøstyrelsen, 1996.

Weidema, B. P., Mortensen, B.: Results of a test of LCA-software with statistical functionality, Institut for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet, 1997.

UMIP PC-værktøj, Miljøstyrelsen beta-version 2.11, 1998.

Andre relevante henvisninger:

LCA-nyt: Nyhedsbrev for LCA-nyt er Miljøstyrelsens nyhedsbrev for følgegruppen om livscyklusvurderings metoder. LCA-nyt ligger på Miljøstyrelsens hjemmeside under fagområdet livscyklusvurderinger.

Pjecen "Standarder for miljøledelse - et overblik over ISO 14000-serien" beskriver de standarder der er udgivet i den internationale

standardiseringsorganisations (ISO) regi indenfor miljø. Standarder for livscyklusvurdering findes i 14040-serien.

SETAC's LCA-nyhedsbrev: Nyhedsbrev fra SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) der bl.a. indeholder et afsnit omkring de seneste nyheder i Europa og USA indenfor livscyklusvurdering. Nyhedsbrevet kan findes på organisationens webside: <http://www.setac.org/lca.html>

Schmidt K., Øllgaard H., Nielsen C. B., Christensen F. M., Juul L.: Håndbog i produktorienteret miljøarbejde, Miljøstyrelsen, 2000.

Miljøstyrelsen: <http://www.mst.dk>

Siden indeholder informationer om miljølovgivningen i Danmark, status indenfor en række miljøområder, links til andre relevante steder, støtteordninger etc.

Særligt for livscyklusvurdering: <http://www.mst.dk/fag-omr/30000000.htm>

Det Europæiske miljøagentur (EEA-European Environment Agency): <http://www.eea.eu.int/>

Siden indeholder informationer om miljøet i Europa.

Særligt for livscyklusvurdering har EEA udgivet rapporten "Life Cycle Assessment (LCA)-A guide to approaches, experiences and information sources". Rapporten findes på webadressen: <http://themes.eea.eu.int/toc.php?toc=39297>

Green Network: www.Greennetwork.dk

Hjemmeside for miljøsamrådet imellem erhvervslivet og myndighederne i Vejle amt og Middelfart. Indeholder mange links.

Databaser:

http://esc_plaza.syrres.com/interkow/kowdemo.htm

REFERENCELISTE

Chemfinder: <http://www.chemfinder.com/>

HSDB (Hazardous Substances DataBank): <http://sis.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htm>

Ordforklaringsliste

APME	Association of Plastics Manufactures in Europe, på dansk sammenslutning af plastfabrikanter i Europa
BST	Bedriftsundhedstjeneste
CAS-nr	Chemical Abstract Service, som er et entydigt løbenummer for et kemisk stof
CFC	Chlorede og flourerede Carboner (kulbrinter med klor og fluor)
CO ₂	Kuldioxid
DIN	Deutsches Institut für Normung, på dansk Den tyske Standardiseringsorganisation
DS	Dansk Standard
EN	Europæisk Standard
ISO	International Organisation for Standardisation, på dansk Den Internationale standardiserings organisation
LCA	Life Cycle Assessment, på dansk livscyklusvurdering
MEKA	Forkortelse for Materialer, Energi, Kemikalier og Andet
mPEM	milli-Person-Ækvivalent-Målsat
mPR	milli-Person-Reserver
MUP	Det Materiale teknologiske UdviklingsProgram
R-sætning	Risiko-sætning

Svanemærket	Nordisk miljømærke, som betyder at produktet, der bærer mærket miljømæssigt er blandt den bedste tredjedel i produktgruppe
UMIP	Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter
UPH	Uacceptabelt-Problematisk-Håndtérbart, Fire-Institut-samarbejdets prioriteringssystem for kemikalieforbrug på virksomheder (Teknologisk Institut, DTC, DHI, dk-TEKNIK)
VA-godkendelse	Godkendelse i forhold til maskindirektivet

Bilag A Formelsamling

Formel	Findes på side
{1} Ressourceforbrug antal kg materiale[A] x mPR/kg for [A] = mPR for materiale [A]	74
{2} Primært energiforbrug Mængde af materiale[kg] x Primær energi for materialet [MJ/kg] = Primært energiforbrug [MJ]	79
{3} Omregning af energi Elforbrug [MJ] x 2,5 = primært energiforbrug [MJ]	80
{4} Omregning af energi Elforbrug [kWh] x 9 = primært energiforbrug [MJ]	80
{5} Energiindhold i energiressourcer Mængde af energiressource [kg] x Brændværdi [MJ/kg] = primært energiforbrug [MJ]	81
{6} Energiindhold ved forbrænding Mængde materiale [kg] x Brændværdi [MJ/kg] = Energiindhold [MJ]	83
{7} Energiforbrug ved transport Summen af: {flyttet materiale [kg] x afstand [km] x energiforbrug [MJ/(kg x km)]} = samlet energiforbrug [MJ]	84
{8} Forbrug af energiressourcer Energiforbrug [MJ] / 1.025 [MJ/mPR olie] = forbrug af olieressource mPR	85

Bilag B Opslagstabeller

Opgørelse af ressourceforbrug

Tabel B.1 omfatter en række udvalgte materialer, der ofte anvendes. For hvert materiale er angivet hvilke ressourcer, materialet er fremstillet af. Disse ressourceforbrug er omregnet til mPR/kg. Det betyder at der er taget hensyn til forsyningen af den pågældende ressource på verdensplan og den mængde en gennemsnitsperson bruger pr. år.

I kolonnen "Bemærkninger" er anført specielle udledninger eller emissioner, der er forbundet med fremstilling eller oparbejdning af de pågældende ressourcer. Angivelserne under "Bemærkninger" kan ikke betragtes som udtømmende.

Materialer	Ressourceforbrug kg/kg)	mPR/kg	Bemærkninger
Aluminium, Al - valselegering - støbelegering	Al: 1,00 Al: 0,88 Silicium 0,12	1,5 1,3	fluorider ^{1,2}
Bly, Pb	Pb: 1,00	Pb: 80,00	Tungmetaller
Bronze	Sn: 0,10 Cu: 0,90	SN: 90 Cu: 15	
Cadmium, Cd	Cd: 1,00	Cd: 4.300	Tungmetaller ²
Calciumcarbonat	CaCO ₃ : 1,0	-	
Glas	-	0	Rigelige ressourcer
Guld, Au	Au: 1,00	Au: 90.000	
Jern, Fe	Fe: 1,00	Fe: 0,08	
Kobalt, Co	Co: 1,00	Co: 1000	
Kobber, Cu	Cu: 1,00	Cu: 16,5	Tungmetaller ²
Kvartssand	-	0	Rigelige ressourcer
Kviksølv, Hg	Hg: 1,00	Hg: 9.100	
Mangan, Mn	Mn: 1,00	Mn: 10,00	
Messing - valselegering - støbelegering	Zn: 0,37 Cu: 0,63 Zn: 0,33 Pb: 0,02 Cu: 0,65	Zn: 12,2 Cu: 10,4 Pb: 1,6 Cu: 10,7	

*Tabel B.1
Omregning af
materialeforbrug
til forbrug af res-
sourcer.*

Tabel B.1
fortsat

Materialer	Ressourceforbrug kg/kg)	mPR/kg	Bemærkninger
Molybdæn, Mo	Mo: 1,00	Mo: 250	
Natriumchlorid, NaCl	-	0	Rigelige ressourcer
Natriumhydroxid, NaOH, 100%	-	0	
Naturgas	Naturgas: 1,0	Naturgas: 0,06	
Naturgummi	-	0	Fornyelig ressource
Nikkel, Ni	Ni: 1,00	Ni: 106	
Olieprodukter, raffinerede	Råolie: 1,00	Råolie: 0,04	
Papir og pap	Træ: 1,00	0	Fornyelige ressourcer
Plast, ABS acryl-nitril styren- butadien	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren ¹
Plast, EPS, eksponeret polystyren	Råolie: 0,60 Naturgas: 0,4	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren ²
Plast, PA Polyamid	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PC Polykarbonat	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PE polyethylen - HDPE - Lineær LDPE - LDPE	Råolie: 0,57 Naturgas: 0,43 Råolie: 0,35 Naturgas: 0,65 Råolie: 0,55 Naturgas: 0,45	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02 Råolie: 0,01 Naturgas: 0,03 Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PET Polyethylen terephthalat	Råolie: 0,80 Naturgas: 0,20	Råolie: 0,03 Naturgas: 0,01	
Plast, POM polyoximethylen	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	
Plast, PP polypropylen	Råolie: 0,80 Naturgas: 0,20	Råolie: 0,03 Naturgas: 0,01	
Plast, PS polystyren	Råolie: 0,50 Naturgas: 0,50	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren ²
Plast, PUR polyurethan	Råolie: 0,34 Naturgas: 0,32	Råolie: 0,01 Naturgas: 0,02	

Materialer	Ressourceforbrug kg/kg)	mPR/kg	Bemærkninger
Plast, PVC polyvinylchlorid	Råolie: 0,40 Naturgas: 0,20	Råolie: 0,01 Naturgas: 0,01	Vinylchlorid- monomer ²
Plast, SAN styrenakrylnitril	Råolie: 0,52 Naturgas: 0,48	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren ²
Plast, PB Polybutadien Syntetisk gummi	Råolie: 0,62 Naturgas: 0,41	Råolie: 0,02 Naturgas: 0,02	Styren ²
Platin, Pt	Pt: 1,00	Pt: 125.000	
Silicium, Si	Si: 1,0	0	Rigelige ressourcer
Stål			Tungmetaller ¹
- maskinstål	Fe: 0,99 Mn: 0,01	Fe: 0,08 Mn: 0,05	
- støbejern	Fe: 0,99 Mn: 0,01	Fe: 0,08 Mn: 0,05	
- rustfrit stål	Fe: 0,73 Cr: 0,18 Ni: 0,09	Fe: 0,06 Cr: 2,3 Ni: 9,9	
Sølv, Ag	Ag: 1,00	Ag: 19.000	
Tin, Sn	Sn: 1,00	Sn: 900	
Træ	Træ: 1,0	0	Fornyelig ressource
Vandværksvand, dansk	Vand: 1,0	0	Fornyelig ressource
Zink, Zn	Zn: 1,00	Zn: 33	Tungmetaller ^{1,2}

Tabel B.1
fortsat

¹ UMIP PC-værktøj (databasen)

² EMEP/CORINAIR, 2000 Atmospheric Emission Inventory Guidebook (Second edition)

³ Climate Change, 1997

Opgørelse af energi

I tabel B.2 er angivet energiforbruget ved fremstilling af materialer. Energimængden er opgjort som primær procesenergi og omfatter den energimængde, der medgår til fremstilling og oparbejdning af materialet. Energiindholdet i form af den nedre brændværdi er ligeledes angivet. Energien er opgjort i MJ pr. kg materiale.

I tabel B.3 er angivet energiforbruget ved oparbejdning af udvalgte materialer.

I tabel B.4 er givet oplysninger om energiforbrug ved udvalgte processer og i tabel B.5 er givet oplysninger om energiindhold i energiresourcer.

*Tabel B.2
Energiforbrug
ved fremstilling
og energiindhold
for udvalgte
materialer.*

Materialer	Primær energi, Fremstilling (MJ/kg)	Energiindhold, Brændværdi (MJ/kg)
Aluminium, Al ¹	170	0
Ammoniak, flydende ²	60	25
Argon, Ar ²	7	0
Bekæmpelsesmidler ²	80	20
Bitumen ²	50	40
Calciumcarbonat, CaCO ₃ ¹	0,14	0
Glas ¹	10	0
Kobber, Cu ¹	90	0
Konserveringsmidler ²	80	20
Kuldioxid, flydende ²	12	0
Kvartssand ¹	0,4	0
Lim, opløsningsmiddelbaseret ²	12	40
Magnesium, Mg ³	150	0
Maling og lak, vandbaseret ²	24	5
Maling og lak, opløsningsmiddelbaseret ²	14	30
Messing ¹	80	0
Natriumchlorid, NaCl ¹	1,2	0

Materialer	Primær energi, Fremstilling (MJ/kg)	Energiindhold, Brændværdi (MJ/kg)
Natriumhydroxid, NaOH, 100% ¹	38	0
Naturgas ¹	3,4	49
Nikkel, Ni ¹	190	0
Nitrogen, N ₂ ¹	7	0
Olieprodukter, raffinerede, flydende ²	50	45
Olieprodukter, raffinerede, gasformige ²	45	40
Opløsningsmidler m. oxygen (f.eks. ethanol) ²	80	25
Opløsningsmidler, chlorerede ²	60	3
Oxygen, O ₂ ²	7	0
Papir/pap ¹	40	20
Plast, ABS, Akryl nitril butadien styren ¹	95	40
Plast, EPS – ekspanderet polystyren ¹	79	48
Plast, PA, polyamid ¹	140	30
Plast, PC, polykarbonat ¹	115	30
Plast, PE, polyethylen ¹	75	40
Plast, PET, polyethylen ¹ terephthalat	80	30
Plast, PMMA, polymethylmetakrylat ¹	110	40
Plast, POM, polyoximethylen (acetalplast) ¹	84	45
Plast, PP, polypropylen ¹	80	40
Plast, PS, polystyren ¹	90	40
Plast, PUR, polyurethan ¹	110	30
Plast, PVC, polyvinylchlorid ¹	65	20
Plast, SAN, Styrenakrylnitril ¹	90	40
Plast, polybutadien		
Syntetisk gummi ¹	35	46
Rustfrit stål ¹	46	0
Silicium, Si ¹	220	0
Støbejern ¹	30	0
Stål ¹	40	0
Tensider ²	60	30
Træ ¹	0,2	18
Vandværksvand, dansk ¹	0,001	0
Vegetabilsk olie ²	80	40
Voks ²	70	45
Zink, Zn ¹	70	0

Tabel B.2
fortsat

¹ UMIP PC-værktøj (databasen)

² Miljøstyrelsen, miljøprojekt nr. 281, 1995

³ IPU

*Tabel B.3
Energiforbrug
ved oparbejdning
af udvalgte mate-
rialer. Energifor-
brugene er esti-
meret fra UMIP-
databasen.*

Materiale	Primær energi, Oparbejdning MJ/kg
Aluminium, omsmeltnng	30
Glas, omsmeltnng	7
Kobber, omsmeltnng	50
Pap/papir, genvinding	10
Stål, omsmeltnng	20
Rustfrit stål, omsmeltnng	40
Plast, separation og granulering	6 ¹

¹ Simapro-database

*Tabel B.4
Energiforbrug
ved processer.*

Enhedsproces	Kommentar	Procesenergi	Enhed
Bukning af metalplade	Energi er pr. meter plade bukket 90°C.	0,02-0,2	MJ/m
Drejning eller fræsning af aluminium	Enhed er kg fjernet materiale.	30	MJ/kg
Elektrolytisk overfladebehandling af metal	Store variationer	10	MJ/m ²
Koldflydepresning, middel deformation	Forbejdsning af emner. Koldflydning incl. Emne af metal, her stål eller rustfrit stål.	30	MJ/kg
Pladepresning, lille deformation	Facon presning af stålplade.	5-15	MJ/kg
Sprøjtetøbning af plast	Små emner kræver typisk større energiforbrug end store	4-60	MJ/kg
Stansning, plade	Energi pr. m snitlængde	1	MJ/m
Svejsning	Energi pr. svejset meter i tyndplade (<2mm). Normal punktafstand 3-4 cm.	0,7	MJ/m
Trykstøbning	-	20-50	MJ/kg

Energi	kg	m ³	MJ
Faste brændsler			
Stenkul ²	1	-	29,5
Træ (hårdt), TS ²	1	-	18,3
Flydende brændsler			
Benzin ¹	1	0,0014	42,7
Dieselolie ¹	1	0,0011	41,9
Fyringsgasolie ¹	1	0,0012	42,3
Gasformige brændsler			
Butan ¹	0,39	1	118,5
Flaskegas ¹	0,46	1	100,5
Naturgas ²	1	0,833	48,5
Propan ¹	0,51	1	90,7

*Tabel B.5
Energiindhold i
energiressourcer.*

¹ Andersen, E. S., et. al., 1981

² Miljøstyrelsens LCV-System, 1998

³ Massefylde for naturgas regnes at være lig med massefylde for nordsøgas

Fareklasser

Farlige stoffer er delt op i forskellige fareklasser. Opdelingen er baseret på stoffets iboende egenskaber og omfatter de tre hovedgrupper:

- Brand og eksplosionsfare
- Sundhedsfare
- Miljøfare

Er et stof klassificeret alene som brand eller eksplosionsfarligt, vil det ikke være relevant i en miljøvurderingssammenhæng.

De symboler, der kendetegner disse stoffer, ser ud som nedenfor, hvor den almindeligt brugte betegnelse og forkortelse for fareklassen er angivet.



Eksplosiv [E]



Brandnærende [O]



*Yderst Brandfarlig [Fx]
Meget brandfarlig [F]*

Er et stof klassificeret som sundhedsfarligt, vil det være relevant at foretage en nærmere vurdering. De symboler, der kendetegner disse stoffer, ser ud som nedenfor.



*Lokalirriterende [Xi]
Sundhedsskadelig [Xn]*



*Giftig [T]
Meget Giftig [Tx]*



Ætsende [C]

Er et stof klassificeret som miljøfarligt, vil det ligeledes være relevant at foretage en nærmere vurdering. Det symbol, der kendetegner disse stoffer, ser ud som:



Miljøfarlig [N]

Definitionen og yderligere forklaring af de enkelte fareklasser kan se i 'Bekendtgørelse om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter'.

Til hver fareklasse anvendes risikosætninger (R-sætninger) og sikkerhedssætninger (S-sætninger).

- R-sætningerne uddyber de risici, det pågældende stof indebærer i forhold til fareklassen.
- S-sætningerne giver anvisninger på hvilke forholdsregler, der skal tages for de pågældende stof.

Alle R- og S-sætninger er gengivet i bekendtgørelsen.

I bekendtgørelsen 'Liste over farlige stoffer' er angivet en lang række stoffer, der er klassificeret. Her fremgår hvert enkelt stof med CAS-nr., fareklasse samt R- og S-sætninger.

Tabel B.7
Oversigt over
stoffer, som ned-
bryder ozon i
stratosfæren.

Ozonedbrydende stoffer

Stof	Formel	Stof	Formel
CFC'er		Haloner	
(CFC-11)	CFCl ₃	(halon-1211)	CF ₂ BrCl
(CFC-12)	CF ₂ Cl ₂	halon-1301)	CF ₃ Br
(CFC-113)	C ₂ F ₃ Cl ₃	(halon-2402)	C ₂ F ₄ Br ₂
(CFC-114)	C ₂ F ₄ Cl ₂		
(CFC-115)	C ₂ F ₅ Cl	Enkeltstoffer	
(CFC-13)	CF ₃ Cl	carbon tetrachloride	CCl ₄
(CFC-111)	C ₂ FCl ₅		
(CFC-112)	C ₂ F ₂ Cl ₄	1,1,1-trichloroethane	
(CFC-211)	C ₃ FCl ₇	(methyl chloroform)	C ₂ H ₃ Cl ₃
(CFC-212)	C ₃ F ₂ Cl ₆		
(CFC-213)	C ₃ F ₃ Cl ₅	bromochloromethane	CH ₂ BrCl
(CFC-214)	C ₃ F ₄ Cl ₄		
(CFC-215)	C ₃ F ₅ Cl ₃	methyl bromide	CH ₃ Br
(CFC-216)	C ₃ F ₆ Cl ₂		
(CFC-217)	C ₃ F ₇ Cl		
HCFC'er		HBFC'er	
(HCFC-21)	CHFCl ₂	(HBFC-22B1)	CHFBr ₂
(HCFC-22)	CHF ₂ Cl		CHF ₂ Br
(HCFC-31)	CH ₂ FCl		CH ₂ FBr
(HCFC-121)	C ₂ HFCl ₄		C ₂ HFBr ₄
(HCFC-122)	C ₂ HF ₂ Cl ₃		C ₂ HF ₂ Br ₃
(HCFC-123)	C ₂ HF ₃ Cl ₂		C ₂ HF ₃ Br ₂
(HCFC-123)	CHCl ₂ CF ₃		C ₂ HF ₄ Br
(HCFC-124)	C ₂ HF ₄ Cl		C ₂ H ₂ FBr ₃
(HCFC-124)	CHFClCF ₃		C ₂ H ₂ F ₂ Br ₂
(HCFC-131)	C ₂ H ₂ FCl ₃		C ₂ H ₂ F ₃ Br
(HCFC-132)	C ₂ H ₂ F ₂ Cl ₂		C ₂ H ₃ FBr ₂
(HCFC-133)	C ₂ H ₂ F ₃ Cl		C ₂ H ₃ F ₂ Br
(HCFC-141)	C ₂ H ₃ FCl ₂		C ₂ H ₄ FBr
(HCFC-141b)	CH ₃ CFCl ₂		C ₃ HFBr ₆
(HCFC-142)	C ₂ H ₃ F ₂ Cl		C ₃ HF ₂ Br ₅
(HCFC-142b)	CH ₃ CF ₂ Cl		C ₃ HF ₃ Br ₄
(HCFC-151)	C ₂ H ₄ FCl		C ₃ HF ₄ Br ₃
(HCFC-221)	C ₃ HFCl ₆		C ₃ HF ₅ Br ₂
(HCFC-222)	C ₃ HF ₂ Cl ₅		C ₃ HF ₆ Br
(HCFC-223)	C ₃ HF ₃ Cl ₄		C ₃ H ₂ FBr ₅
(HCFC-224)	C ₃ HF ₄ Cl ₃		C ₃ H ₂ F ₂ Br ₄

Stof	Formel	Stof	Formel
HCFC'er		HBFC'er	
(HCFC-225)	$C_3H_5Cl_2$		$C_3H_2F_3Br_3$
(HCFC-225ca)	$CF_3CF_2CHCl_2$		$C_3H_2F_4Br_2$
(HCFC-225cb)	CF_2ClCF_2CHClF		$C_3H_2F_5Br$
(HCFC-226)	C_3HF_6Cl		$C_3H_3FBr_4$
(HCFC-231)	$C_3H_2FCl_5$		$C_3H_3F_2Br_3$
(HCFC-232)	$C_3H_2F_2Cl_4$		$C_3H_3F_3Br_2$
(HCFC-233)	$C_3H_2F_3Cl_3$		$C_3H_3F_4Br$
(HCFC-234)	$C_3H_2F_4Cl_2$		$C_3H_4FBr_3$
(HCFC-235)	$C_3H_2F_5Cl$		$C_3H_4F_2Br_2$
(HCFC-241)	$C_3H_3FCl_4$		$C_3H_4F_3Br$
(HCFC-242)	$C_3H_3F_2Cl_3$		$C_3H_5FBr_2$
(HCFC-243)	$C_3H_3F_3Cl_2$		$C_3H_5F_2Br$
(HCFC-244)	$C_3H_3F_4Cl$		C_3H_6FBr
(HCFC-251)	$C_3H_4FCl_3$		
(HCFC-252)	$C_3H_4F_2Cl_2$		
(HCFC-253)	$C_3H_4F_3Cl$		
(HCFC-261)	$C_3H_5FCl_2$		
(HCFC-262)	$C_3H_5F_2Cl$		
(HCFC-271)	C_3H_6FCl		

Stofferne i tabellen nedbryder (det stratosfæriske) ozonlag(et) og er reguleret over hele verden ved hjælp af Montreal-protokollen. CFC'erne er forbudt men der må dog stadig produceres 2,8% af den mængde der blev produceret i 1989. Brugen af HCFC'er nedtrappes over en årrække til et 0-niveau i år 2030. Halonerne må bruges i en mængde på 15% af 1989-niveaue, mens HBFC'erne er helt forbudt. Enkeltstofferne er forbudt, dog må Bromochlorethan og methylbromid anvendes indtil henholdsvis 2002 og 2005.

Bilag C. Oversigt over publikationer i ”miniserien” om livscyklustankegang og – vurderinger

Om miniserien

”Miniserien” om livscyklustankegang og livscyklusvurderinger udgives inden for Miljøstyrelsens serie Miljønyt. Publikationerne i ”miniserien” skal tilsammen give støtte til virksomheder, organisationer, myndigheder og andre, som ønsker at arbejde med miljøforhold baseret på en livscyklustankegang.

Publikationerne danner sammen med tidligere udgivelser om metoder og værktøjer til livscyklusvurdering, især UMIP bøgerne fra 1996, en ”værktøjskasse”, hvor det med tiden vil være muligt at finde råd, hjælp og vejledning om livscyklusbaseret arbejde til forskellige anvendelsessituationer og ambitionsniveauer. Endvidere er det tanken, at en del af de mere enkle og anvendelsesorienterede metoder og værktøjer skal være baseret på UMIP-metoden. Dermed kan livscyklusbaseret arbejde, hvis der er taget udgangspunkt i en enkel tilgang, efterfølgende indgå i mere detaljerede LCA-arbejde (hvis der opstår behov herfor), og hvis der er udført en detaljeret opgørelse og vurdering, efterfølgende danne grundlag for f.eks. en række af enkle vurderinger.

Publikationer i serien, januar 2001

Miljønyt nr. 53/2000. Håndbog i produktorienteret miljøarbejde

Miljønyt nr. xx/2001. Håndbog i miljøvurdering af produkter – en enkel metode

Tidligere publikationer om metoder til livscyklusvurderinger (udvalgte titler)

Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20, ISBN 92 9120 692 X

Miljødimensionen i produktet – en introduktion til virksomhedens ledelse, Marts 1996,

Miljøstyrelsen (ISBN 87-7810-453-1) og Dansk Industri (ISBN 87-7353-189-9)

Miljøvurdering af produkter, Marts 1996, Miljøstyrelsen (ISBN 87-7810-542-0) og Dansk Industri (ISBN 87-7353-199-5)

Miljørigtig konstruktion, Marts 1996, Miljøstyrelsen (ISBN 87-7810-435-1) og Dansk Industri (ISBN 87-7353-198-7)